



U n i v e r s i d a d d e P i n a r d e l R í o
“H e r m a n o s S a í z M o n t e s d e O c a”

C e n t r o d e E s t u d i o s d e M e d i o A m b i e n t e y R e c u r s o s N a t u r a l e s
(C E M A R N A)

*Título: Evaluación ambiental de la planta de tratamiento
de agua potable para Jipijapa*

Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en
Gestión Ambiental.

Mención en Evaluación de Impacto Ambiental

Autor: E d u a r d o L u c i a n o P a r r a l e s P a r r a l e s

Tutora: D r a . D a l i a S a l a v a r r i a F e r n á n d e z

P i n a r d e l R í o

2 0 1 1



U n i v e r s i d a d d e P i n a r d e l R í o

“H e r m a n o s S a í z M o n t e s d e O c a”

C e n t r o d e E s t u d i o s d e M e d i o A m b i e n t e y R e c u r s o s N a t u r a l e s
(C E M A R N A)

*Título: Evaluación ambiental de la planta de tratamiento
de agua potable para Jipijapa*

Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en
Gestión Ambiental.

Mención en Evaluación de Impacto Ambiental

Autor: Eduardo Luciano Parrales Parrales

Tutora: Dra. Dalia Salavarría Fernández

P i n a r d e l R í o

2 0 1 1

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi esposa, y de manera especial a mis queridos hijos, para que les sirva de ejemplo y algún día hasta puedan superarme para bien de la sociedad y del país.

A mi madre, mis hermanos, sobrinos y muy especialmente a mi padre y hermano que desde el cielo me protegen y que con seguridad se sienten orgullosos de este triunfo, que es de todos.

AGRADECIMIENTO

Primera mente agradezco a Dios por haberme permitido llegar hasta estas instancias, dándome salud y fortaleza; luego tengo que agradecer muy sinceramente a mi tutora Dra. Dalia Salavarría Fernández, quien con sus notables conocimientos, indudable experiencia, y mucha paciencia, me supo orientar hasta llegar a culminar con éxito esta maestría.

Debo también agradecer a todos mis profesores de cada uno de los módulos que nos enriquecieron con sus excelentes exposiciones.

Un agradecimiento especial al Dr. José Jaula Botet y Dra. Mayra Cazas quienes me dieron impulso y fuerza para culminar este anhelado sueño.

No puedo dejar de agradecer a todos mis compañeros de maestría y a quienes de una u otra manera colaboraron para llegar a esta meta.

Índice

INTRODUCCION

CAPITULO I: MARCO TEORICO

- 1.1- *El Desarrollo Sostenible y su relación con la Gestión Ambiental.*
- 1.2- *La Gestión Ambiental en América Latina y el Ecuador.*
- 1.3- *Los desafíos de la gestión ambiental en los espacios urbanos.*
- 1.4- *Problemática de la calidad del agua y su tratamiento en Ecuador*
- 1.5- *Sistemas de tratamiento del agua de consumo humano.*

CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS

- 2.1- *Materiales utilizados para la investigación*
- 2.2- *Métodos utilizados*
- 2.3- *Diseño metodológico de la tesis*
 - 2.3.1- *Metodología utilizada para el diagnóstico de la Línea base.*
 - 2.3.2- *Metodología para evaluar los impactos ambientales del proyecto*

CAPITULO III: ANALISIS DE LOS RESULTADOS

- 3.1- *Línea Base y Diagnostico Ambiental del Área de Influencia Indirecta del proyecto*
 - 3.1.1- *Aspectos físicos*
 - 3.1.1.1- *Geología y Tectónica*
 - 3.1.1.2- *Geomorfología*
 - 3.1.1.3- *Clima*
 - 3.1.1.4- *Hidrología e Hidrogeología*
 - 3.1.1.5- *Suelos*
 - 3.1.1.6- *Aspectos bióticos*
 - 3.1.1.7- *Paisaje*
 - 3.1.2- *Aspectos socioeconómicos*
 - 3.1.2.1- *Población*
 - 3.1.2.2- *Uso del suelo*
 - 3.1.2.3- *Servicios básicos*
 - 3.1.3- *Identificación de zonas sensibles*
- 3.2- *Evaluación del impacto ambiental del proyecto estudiado.*
 - 3.2.1- *Descripción del proyecto.*
 - 3.2.1.1- *Área de Influencia*
- 3.3- *Normatividad ambiental y/o jurídica para el proyecto*
- 3.4- *Identificación y evaluación de impactos ambientales en el Área de influencia directa del proyecto: fase de construcción*
- 3.5- *Identificación y evaluación de impactos ambientales en el Área de influencia directa del proyecto: fase de operación*
- 3.6- *Propuesta de medidas de mitigación de impactos ambientales derivados del proyecto.*

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

Título: Impacto ambiental del nuevo proyecto de captación, conducción y tratamiento de agua cruda de la ciudad de Jipijapa, Manabí, Ecuador.

Autor: Ing. Eduardo Parrales Parrales

R E S U M E N

La tesis presenta los resultados del estudio realizado al proyecto del sistema de captación, conducción y tratamiento de agua cruda para el abastecimiento a la ciudad de Jipijapa, con el fin de evaluar los impactos ambientales generados durante las fases de construcción y operación de ese proyecto. Para lograr estos propósitos se adoptó una concepción metodológica que parte de describir el proyecto y caracterizar la línea base ambiental de la ciudad, para lograr diagnosticar su actual problemática ambiental, reflejada en la presencia de zonas sensibles identificadas tanto en el área de influencia indirecta (zona central de la ciudad y ciudadelas construidas en las colinas periféricas), como para su área de influencia directa (cuenca del río Portoviejo, instalaciones de Caza Lagarto y vía de acceso a las estaciones de bombeo intermedias).

Seguidamente, usando el método de matrices, se identificaron las acciones implicadas en cada una de las dos fases del proyecto, y los impactos generados por aquellas acciones que resultaron significativas; la importancia o trascendencia de esos impactos fue evaluada mediante el análisis de sus relaciones causa – efecto, usando los criterios de la conocida matriz de Leopold. Finalmente se propone un conjunto de medidas orientadas a la mitigación y corrección de los impactos ambientales identificados, cuya efectividad dependerá de cómo se implementen por la autoridad administradora del sistema, que es la Junta de Recursos Hidráulicos de Jipijapa.

Palabras Clave: Agua Potable, Sistema de Tratamiento, Impacto Ambiental, Gestión Ambiental.

INTRODUCCION

Cualquier tentativa de comprensión de las causas que llevaron a la necesidad de transformar los mecanismos tradicionales de la gestión ambiental, tiene que partir del concepto de "Desarrollo". El desarrollo, en su acepción histórica, consiste en aquel proceso de transformación de la sociedad donde la elevación de los niveles medio de vida, se debe a la elevación de la capacidad productiva y los índices de productividad e ingresos por trabajador, acompañado de cambios en la organización social, los patrones culturales, los valores y las estructuras de poder.

Tradicionalmente, el desarrollo fue visto como sinónimo de un "progreso económico" que podría ser "igual" en diferentes contextos culturales gracias a las relaciones de intercambio entre regiones y países, utilizando cada vez con mayor efectividad los resultados de las tecnologías para mejorar los sistemas de producción.

Bajo este paradigma economicista se fue conformando desde los años 1960 un sistema mundial caracterizado por la creciente interdependencia entre las economías nacionales, dando origen a los que hoy se conoce como "Globalización" (manifestada tanto en el plano económico como en el tecnológico, político, social y financiero).

Pero también durante las últimas décadas, los problemas ambientales generados por modelos de desarrollo basados en el ideario del "progreso económico" (que solo privilegian la apropiación de la naturaleza para acumular capital), expandieron el deterioro de la calidad ambiental al mundo entero, provocando que el concepto tradicional de "Medio Ambiente" cambiara mucho en las últimas décadas.

Ese cambio ocurrió desde una concepción inicial en que se le consideraba como un "conjunto de elementos bióticos y abióticos interrelacionados que circundan al hombre (concepción propia de las ciencias ecológicas), has la acepción actual del mismo como un producto de la actividad humana sobre el ambiente biofísico, donde convergen dos tipos de "medios": el natural (sistemas y componentes naturales de distintas dimensiones subordinados jerárquicamente que influyen sobre el hombre) y el antrópico o "medio

construido" (todo el conjunto de la creación humana sobre el medio natural original).

De ese modo, el Medio Ambiente está formado por el entorno natural o ecológico de la vida humana, y todos los fenómenos económicos, sociales y culturales, en un sistema complejo de interrelaciones que se manifiesta en la existencia de diversos sistemas ambientales distribuidos en el espacio. O sea, es el conjunto de condiciones naturales (bióticas y abióticas), antropo-naturales, tecnógenas y sociales en las cuales vive y deberá vivir la humanidad (Novo, 1995).

De la creciente toma de conciencia alrededor de la problemática ambiental, surgió la necesidad de establecer una alianza mundial más equitativa, a partir de nuevas formas de cooperación basadas en el concepto de Desarrollo Sostenible, o sea, buscar un modelo de desarrollo en el cual las transformaciones productivas no destruyan la integralidad del medio ambiente, ya que si el subsistema ecológico terrestre no crece, el subsistema económico insertado en él, también dejará finalmente de crecer.

El concepto de Desarrollo Sostenible fue divulgado en el conocido informe "Nuestro Futuro Común" en 1987, que condujo a la organización del foro "Cumbre de la Tierra", en Río de Janeiro, Brasil (1992) y del cual se derivó la llamada Declaración de Río, cuya expresión más acabada es la Agenda 21. Así, en este nuevo milenio se la humanidad se enfrenta al desafío de buscar formas de vida que le permitan continuar existiendo en el planeta, buscando en la ciencia una contribución para encontrar una nueva racionalidad: el paradigma ambiental, complejo, holístico y sistémico donde lo fundamental, al decir de Milbrath (1996), se centra en el todo y sus interrelaciones.

Las dos bases técnicas de la sostenibilidad son el Planeamiento Ambiental y la Gestión Ambiental. El primero tiene como su objeto al Medio Ambiente, o sea, a los sistemas ambientales de soporte de la actividad humana, los cuales contienen recursos y servicios ambientales que utilizamos para satisfacer nuestras necesidades.

La Planificación es sucedida de múltiples acciones de Gestión Ambiental, las cuales marcan la continuidad del proceso de planificación, al desarrollar un control sobre las medidas o recomendaciones derivadas del proceso de planificación.

Por eso es que, como destacara Mateo (2000), la planificación se convierte en un instrumento preventivo para adoptar decisiones sobre la gestión ambiental durante el uso del espacio geográfico (todo lo que existe sobre la superficie terrestre, tanto lo heredado de la historia natural como de la actividad humana). Como señalar Santos (1996), el espacio geográfico está formado por el conjunto de los objetos y fenómenos naturales, y los objetos artificiales creados por el hombre bajo determinadas premisas económicas, culturales, tecnológicas y políticas de una época histórica dada.

Uno de los niveles de la Planificación Ambiental es la Evaluación Ambiental de Proyectos (tema seleccionado para la presente investigación), la cual es considerada por el propio J. Mateo (2000), como un procedimiento administrativo de control de los proyectos, apoyado en estudios técnicos y en la participación de la población), que permite la autoridad ambiental competente, aprobar un proyecto y otorgarle la Licencia Ambiental, o denegarlo.

La consideración de los estudios de impacto ambiental en los proyectos es el reflejo de la valoración holística y sistémica del medio ambiente para la toma de decisiones, ya que al definir los objetivos de los proyectos, se consideran de manera simultánea dos dimensiones o aspectos: la minimización de los insumos requerido para su ejecución (en la forma de recursos naturales, transformados o no) y la minimización de los impactos ambientales que podría ocasionar.

Con este enfoque, los estudios de impacto ambiental constituyen, tanto un instrumento para la evaluación de proyectos en cualquiera de sus fases, como una fuente de información para el diseño de alternativas y soluciones técnicas (Glaría, 2005).

En la ciudad de Jipijapa, el recurso agua es administrado por una Junta de Recursos Hidráulicos que atiende los cantones de Puerto López, Jipijapa y Paján, todos pertenecientes a la provincia de Manabí. Esta administración decidió en el año 2005, construir un nuevo sistema para la captación, conducción y tratamiento final del agua necesaria para el abasto a sus habitantes, sustituyendo así la antigua conexión con la planta de Guarumo ubicada en la presa Poza Honda, sobre el río Portoviejo (el mismo que continua abasteciendo a la ciudad, ahora desde las nuevas instalaciones de captación de agua fluvial).

A pesar de que el nuevo sistema comenzó a operar desde finales del citado año, tanto el análisis del proyecto como de la situación ambiental en el área de influencia directa del mismo, evidencian diferentes impactos ambientales derivados tanto de la fase de construcción del sistema, como de sus operaciones durante los últimos años, lo que hace necesario profundizar en el conocimiento de esas problemáticas como condición para perfeccionar la gestión del recurso agua que realiza la Junta, desde una perspectiva más acorde con las exigencias de la sostenibilidad del desarrollo.

Problema de investigación:

¿Cómo contribuir a la mitigación de los impactos ambientales generados durante la construcción y operación del nuevo sistema de captación, conducción y tratamiento de agua cruda de la ciudad de Jipijapa?.

Objeto de estudio: La gestión ambiental en los sistemas de abastecimiento de agua potable.

Campo de acción: La Evaluación de Impacto Ambiental de los sistemas de captación, conducción y tratamiento de agua cruda, con destinos doméstico e industrial.

Objetivo General: Evaluar los impactos ambientales generados durante la construcción y operación del sistema de captación, conducción y tratamiento de agua cruda para el abasto a la ciudad de Jipijapa.

Objetivos específicos:

1-Definir los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el problema de investigación seleccionado.

2-Diagnosticar la problemática ambiental de la ciudad de Jipijapa como área de influencia indirecta del proyecto, a partir de la caracterización de la Línea base ambiental.

3-Identificar y evaluar los impactos ambientales generados durante la construcción y operación del sistema de captación, conducción y tratamiento de agua cruda de la ciudad de Jipijapa.

4-Proponer las medidas de mitigación que deben implementarse para corregir los impactos ambientales identificados.

Hipótesis: La identificación y evaluación de los impactos ambientales generados durante la construcción y operación del sistema de captación, conducción y tratamiento de agua cruda para el abasto a la ciudad de Jipijapa,

podría contribuir a la implementación de un sistema de gestión ambiental para el proceso de potabilización del agua cruda de esta ciudad.

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados se desarrollaron las siguientes **Tareas científicas**:

1. Recopilación y revisión bibliográfica
2. Selección y adecuación de la metodología de trabajo
3. Trabajos de campo para identificación de impactos ambientales del proyecto
4. Evaluación de los impactos ambientales por etapas del proyecto
5. Procesamiento de la información obtenida.
6. Elaborar una propuesta de medidas de mitigación de impactos ambientales derivados del proyecto.
7. Redacción del informe final de la tesis

Entre los **Métodos** y **Técnicas** utilizados en la investigación se encuentran la revisión documental y bibliográfica, los métodos de campo, los métodos histórico -lógico e inductivo - deductivo, y los métodos estadístico - matemáticos. Además, se presentan las técnicas de investigación social aplicadas.

La tesis está estructurada en Introducción, tres Capítulos, Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía y Anexos.

En el primer Capítulo se analizan las bases teórico - conceptuales asumidas para la investigación, así como los antecedentes más importantes en relación con los diagnósticos y las evaluaciones de impacto ambiental, y el tratamiento de agua cruda con fines domésticos.

En el segundo Capítulo se analizan los principales materiales utilizados para la obtención de las informaciones utilizadas y los métodos y técnicas empleados durante el proceso de investigación. También se presenta el diseño metodológico que se asumió para la elaboración del diagnóstico ambiental de

la ciudad, y los procedimientos para la evaluación de impacto ambiental del proyecto estudiado en la tesis.

El tercer Capítulo muestra los resultados obtenidos en el diagnóstico de la situación ambiental actual de la ciudad de Jipijapa y su periferia, así como de la evaluación de impacto ambiental realizada al proyecto de captación, conducción y tratamiento de agua cruda para la ciudad mencionada. Finalmente, se presenta la propuesta de medidas elaborada por el autor para corrección y mitigación de los impactos ambientales identificados y evaluados a través de la investigación.

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1- El Desarrollo Sostenible y su relación con la Gestión Ambiental.

En los últimos dos siglos, la humanidad ha pasado de un mundo agrícola tradicional a otro dominado y hegemonizado por la industria, el automóvil y la explotación intensiva del campo, todo lo cual ha significado una transformación radical en la forma de percibir e impactar el medio ambiente (Friedmann, 2000), entendido como el conjunto de factores físicos, naturales, estéticos, culturales, sociales, económicos que interactúan con el individuo y con la comunidad en que vive (Conesa Fernández, 1995, en Díaz Aguirre, 2009:3).

O sea, un "sistema global constituido por elementos naturales y artificiales, físicos, químicos o biológicos, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la naturaleza o la acción humana, que rige la existencia y desarrollo de la vida en sus diversas manifestaciones" (Ministerio del Ambiente, 2004).

Los impactos sobre el Medio Ambiente o impactos ambientales, constituyen cambios generados por determinada actividad en los parámetros ambientales de un área determinada durante cierto periodo de tiempo, respecto a la situación que se tendría si no hubiera ocurrido esa actividad (Casas: 2007).

Implican por tanto, una alteración al medio ambiente, en uno o más de sus componentes, provocada por una acción humana (Moreira, 1992 en Sánchez, 2006: 37), pudiendo ser positiva o negativa, directa o indirecta (Ministerio del Ambiente, 2004).

En medio del *desarrollismo* desenfrenado, la preocupación por la temática ambiental recién se manifiesta con fuerza, cuando ya la actual crisis ambiental marca el límite de un proceso de racionalización de la vida humana que ha desencadenado procesos incompatibles con la sustentabilidad de la producción y de la propia vida.

Como plantea Leff (2010), esto ha provocado una alarma ecológica que *"... contrae los tiempos con el avance irrefrenable del calentamiento global... [abriendo]... una reflexión sobre la responsabilidad social ante el curso que ha tomado la tecnociencia y la capitalización de la naturaleza en la evolución de la naturaleza y la biodiversidad, la intervención tecnológica de la vida y las condiciones de la vida humana en el planeta vivo que habitamos"*.

Los nuevos desafíos ambientales globales, tales como el efecto invernadero (solo la concentración de dióxido de carbono casi se ha duplicado en relación al nivel prevaleciente antes de la revolución industrial), la destrucción de la capa de ozono, la degradación ambiental de cuencas, áreas costeras y océanos, la desertificación y la pérdida de superficie arable, así como las crecientes tasas de extinción de especies de fauna y flora, entre otros, son una muestra de la insostenibilidad del estilo actual de desarrollo, poniendo también en tela de juicio los viejos patrones culturales de relación entre los seres humanos y la naturaleza.

Basados en datos aportados por la comunidad científica sobre el cambio climático (Stern, 2006; IPCC, 2010), aseguran que de continuar incrementándose la concentración de gases causantes de efecto invernadero, se podría traspasar en un futuro cercano los umbrales de emisiones por encima de 550 ppm, elevando la temperatura por encima de 2°C, y desencadenando así eventos hidrometeorológicos cuyas frecuencias, escalas de manifestación e intensidades, generarían impactos imprevisibles e incontrolables sobre la naturaleza y la sociedad humana.

Pero estabilizar la composición de la atmósfera, requiere restablecer el equilibrio anual entre las emisiones de carbono y la capacidad de absorción de los ecosistemas que actúan como sus sumideros (biomasa vegetal y dilución en océanos), por lo que ante el avance del calentamiento global y la falta de señales positivas para gestionar el riesgo ecológico, Leff (2010) se hace eco de la pregunta sobre si la humanidad realmente tiene la capacidad para responder a tiempo, y con la eficacia necesaria, para detener su marcha acelerada hacia la muerte entrópica del planeta.

O sea, que frente a toda esta situación de grave riesgo ecológico, resulta lógico pensar si habrá tiempo para construir un modelo de *desarrollo sostenible* que satisfaga el contenido de este término: "Un proceso de creación de las condiciones materiales, culturales y espirituales que propicien la elevación de la calidad de vida de la sociedad, con un carácter de equidad, y justicia social de forma sostenida y basado en una relación armónica entre los procesos naturales y sociales, teniendo como objeto tanto las actuales generaciones como las futuras, sin menoscabar alguno de los componentes del medio ambiente" (Jaula, 2006).

En la legislación ecuatoriana, esta idea queda clara, al definirse el desarrollo sostenible como el mejoramiento de la calidad de la vida humana dentro de la capacidad de carga de los ecosistemas; lo que implica la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones (Ministerio del Ambiente, 2004a).

El desarrollo sostenible se apoya en el reconocimiento de la función que cumple el medio ambiente y los recursos naturales que contiene, como base de sustentación material de los procesos económicos.

Por tanto, en el contexto de la actual globalización, la dimensión ambiental emerge como una barrera al modelo de desarrollo basado en el crecimiento económico (ya que la alternativa única de supervivencia de la humanidad es cambiar los tradicionales fundamentos de la producción y el consumo).

Como destacara Bárcena (2000), el desarrollo sostenible debe convertirse en el pilar de la transición de la modernidad hacia una posmodernidad caracterizada por cambios en los modos de producción y consumo, acompañados de la innovación tecnológica que permita competitividad económica a partir de la excelencia ambiental de los productos.

O sea, la sostenibilidad pasa por la valoración de la diversidad natural y cultural, por el fortalecimiento de lo local y por la democracia con ciudadanía, potenciada por los avances en la comunicación. Precisamente este es uno de los actuales desafíos de esta meta, ya que como sostiene Fernández (2000), los cambios ambientales han adquirido una dimensión global, pero los problemas socioambientales se caracterizan por especificidades de diversa índole (regional y local, ecológica y cultural, económica y política).

En la región de América Latina y el Caribe, sus excepcionales condiciones ecológicas y socioculturales (dados por su enorme diversidad natural y cultural), le permiten ofrecer diversos servicios ambientales globales que le aseguran ventajas competitivas en el actual mundo globalizado, como lo demuestran los mecanismos de integración ya alcanzados entre algunos países de la región.

Pero al mismo tiempo, a los problemas tradicionales de pobreza y desigualdad que sufren sus pueblos, entre ellos el ecuatoriano, se añaden los problemas ecológicos que avanzan velozmente, provocando una necesidad urgente de revertir esos graves procesos de deterioro ambiental, como vía para lograr

insertarse más en los mercados internacionales globalizados, desde patrones de desarrollo sostenibles y equitativos.

Este es el caso del Ecuador, donde se han alcanzado umbrales riesgosos en la explotación de algunos recursos naturales (sobre los que se ha incrementado la presión humana en las últimas décadas), por lo que resulta de urgencia superar el deterioro asociado a la calidad del agua, del suelo y del aire, y detener los procesos de desertificación y pérdida de biodiversidad, para garantizar la sostenibilidad de la producción agropecuaria, minera y forestal.

Al mismo tiempo, la asimilación de tecnologías y modos de comportamiento foráneos que trae el proceso de globalización, atenta contra los conocimientos y prácticas tradicionales de manejo de los recursos naturales, que permitieron sobrevivir a las poblaciones autóctonas de la región durante miles de años. Por tanto, urge buscar un equilibrio basado en potenciar aquellas actitudes que tienden a un uso racional de esos recursos y controlar mucho mejor la introducción de tecnologías (como las semillas mejoradas genéticamente, que favorecen la extinción de los bancos de germoplasma tradicionales).

Un enorme desafío a vencer, según Bárcena (2000, op.cit.), es la falta de sinergias entre las políticas públicas y las preferencias ciudadanas, ya que al haber aumentado últimamente la incorporación de actores no estatales al debate sobre el desarrollo sostenible (como la comunidad científica, el sector privado y la sociedad civil organizada), los temas ambientales y su relación con la calidad de vida, están ganando relevancia en las agendas políticas y ciudadanas.

Muchos comienzan a percibir el valor de los patrones de especialización productiva tradicionales, como una ventaja para lograr al menos una mejor inserción en el comercio internacional (aunque implique introducir mayores inversiones en servicios, tecnologías y sistemas de gestión ambiental), a partir de que sus prácticas productivas puedan cumplir con las exigencias que provienen de los mercados internacionales, logrando al mismo tiempo metas como las siguientes: conservar su base productiva, evitar que la tasa de explotación de los recursos naturales sea superior a su ritmo natural de regeneración, y distribuir equitativamente los costos y beneficios ambientales en la apropiación de esos recursos.

Todo esto implica una atención creciente hacia la Gestión Ambiental, vista como la conducción, dirección, control y administración del uso de los sistemas ambientales, mediante instrumentos, reglamentos, normas, financiamiento y disposiciones institucionales y jurídicas. O sea, como un proceso de articulación de acciones de los diferentes agentes sociales y actores económicos que interactúan en un espacio o territorio dado (Mateo Rodríguez, 2008:7).

El propósito de la gestión ambiental es garantizar, sobre la base de los principios y directrices acordados previamente en el proceso de planificación, la adecuación de los medios de explotación de los recursos naturales, económicos y socio-culturales a las propiedades de los sistemas ambientales. La gestión ambiental es precedida por lo tanto, por un proceso de toma de decisiones, a partir de los diversos escenarios de planificación (Jaula: 2006).

Justamente si se reconoce a la gestión ambiental como un proceso dinámico, donde pueden aplicarse algunos de los principios de la dirección de empresas, entonces las decisiones de inversión pueden orientarse hacia el mejoramiento continuo o la reingeniería de procesos, o una combinación de ambas, en función de la tasa de productividad global de las empresas (Otero, 1997, en: Friedmann, 2000).

1.2- La Gestión Ambiental en América Latina y el Ecuador.

En el caso de América Latina, como destacara Matus (2000), la gestión ambiental es un proceso relativamente reciente, por lo que los distintos países se han enfrentado a definir políticas, prioridades, programas y actividades, aún en la ausencia de la necesaria información nacional específica (que permita sustentar adecuadamente las opciones seleccionadas).

Esto obedece a que este tipo de gestión, como dimensión esencial del desarrollo sostenible, demanda de políticas públicas basadas en varios pilares que puedan reorientar el desarrollo futuro hacia patrones de producción y consumo socio ambientales (compatibles ecológica y socialmente): los conocimientos, el marco institucional, el marco legal, y los instrumentos de gestión ambiental

El tema de los conocimientos es esencial en gestión ambiental, ya que la toma de decisiones y la definición de políticas de uso racional de los recursos naturales, demanda información confiable acerca de los distintos aspectos

ambientales sobre los que deben tomarse esas decisiones y definirse esas políticas. Por eso se concede gran importancia a los *diagnósticos de la situación ambiental*, pues ellos permiten otorgar prioridad a las diferentes áreas o tópicos ambientales presentes, tanto a escala nacional como local, para definir planes de acción.

La investigación ambiental, tanto básica como operativa (orientada a la toma de decisiones), aporta la información y fundamentos a las distintas etapas del proceso de gestión ambiental. Solo que al provenir de distintos ámbitos del conocimiento, esa información de los componentes físico, biológico y antrópico (sociedad, economía, población) del medio ambiente, debe integrarse, apoyado en el desarrollo de conceptos globalizadores comunes entre los distintos ámbitos de la investigación científica y social.

Por otra parte, se presenta el problema de que la mayor parte del conocimiento sobre los temas ambientales emergentes se produce en los centros de investigación y desarrollo tecnológico del "norte", registrándose una falta de capacidad de autodeterminación científica y tecnológica para alimentar las políticas de desarrollo sostenible en la región latinoamericana, que limita la capacidad endógena de estos países para enfrentar los problemas de la sustentabilidad con un conocimiento propio de su problemática ambiental.

De ese modo, la creciente preocupación social por el medio ambiente constituye un reto para la ciencia, que necesita desarrollar conceptos, teorías y métodos para la correcta definición y análisis de los problemas ambientales, para lo cual se apoya en las novedosas técnicas para el análisis territorial (como la Teledetección o los Sistemas de Información Geográfica-SIG), que permiten dar respuestas a algunos de los interrogantes planteados, lo que hace conveniente explorar sus posibilidades para la investigación ambiental (Bosque Sendra, et.al., 2004).

A pesar de esos inconvenientes, después de la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro (1992), los Estados latinoamericanos han encarado los problemas ambientales, estructurando metas para buscar la sostenibilidad a partir de la planificación y la gestión ambiental en todos sus niveles. Eso explica la inclusión del tema en las Constituciones Políticas, la creación de ministerios del ambiente o entidades equivalentes, la conformación del cuerpo

legislativo básico, entre otras decisiones que expresan compromiso político con el desarrollo sostenible.

Incluso se ha elaborado el concepto de Ordenamiento Ambiental, visto como aquel proceso de evaluación destinado a asegurar el desarrollo ambientalmente sostenible del territorio, sobre la base del análisis integral de sus recursos bióticos y abióticos y los factores socioeconómicos que inciden en él. Así, el Ordenamiento Ambiental interactúa con el Ordenamiento Territorial aportándole normas, regulaciones y lineamientos para el manejo (Jaula y Casas, 2002)

Aun así, la protección ambiental y el desarrollo sostenible siguen siendo visualizados por gran parte de los sectores productivos como una restricción al desarrollo, impuesta “desde afuera” de los países. Además, las estrategias del desarrollo sostenible están siendo definidas sin un diagnóstico suficiente de los problemas ambientales y sin incorporar propuestas alternativas basadas en las prioridades de los países de la región.

En Ecuador, el movimiento a favor de un modelo de desarrollo sostenible ha estimulado la búsqueda de incentivos a las inversiones en tecnologías de producción más limpia, creación de infraestructura ambiental y fortalecimiento de la capacitación técnica y las medidas de conservación y recuperación ambiental (reforestación, rehabilitación de suelos degradados, prevención de la contaminación). Entre los principales incentivos en estudio están:

- los incentivos fiscales y de fomento (que ofrezcan facilidades financieras y líneas de crédito a inversiones y actividades con externalidades ambientales positivas, aspecto donde se puede aprovechar la amplia experiencia tradicional de los productores rurales en el manejo),
- la aplicación de impuestos y eliminación de subsidios a aquellas actividades que generan externalidades ambientales negativas (una medida controvertida en el caso del agua, a cuyo costo se agregaría el gasto generado no solo por procesamiento y distribución, sino también los de mantenimiento de las fuentes y procesamiento de las aguas servidas, elevando las tarifas a niveles incosteables para los sectores populares, agravado por la pobreza y grado de urbanización reinantes). Sin embargo, otra variante podría buscarse para reducir el subsidio al agua, lo que

aportaría recursos mínimos para mejorar la protección de fuentes y el tratamiento de aguas servidas, dos actividades que provocan efectos ambientales positivos.

- el establecimiento de subsidios explícitos a otras actividades ambientalmente positivas,
- la creación de fondos especiales para el financiamiento de proyectos ambientales realizados por instituciones públicas o de la sociedad civil (como los fondos forestales).
- la utilización de los diferentes instrumentos de gestión ambiental.

En este último caso, resaltan las Evaluaciones de Impacto Ambiental (en lo adelante, EIA), consideradas en Ecuador como un procedimiento administrativo de carácter técnico que tiene por objeto determinar obligatoriamente y en forma previa, la viabilidad ambiental de un proyecto, obra o actividad pública o privada. Tiene dos fases: el Estudio de Impacto Ambiental y la Declaratoria de Impacto Ambiental. Su aplicación abarca desde la fase de pre factibilidad, hasta la de abandono o desmantelamiento del proyecto, obra o actividad, pasando por las fases intermedias (Ministerio del Ambiente, 2004).

O sea, es un instrumento de apoyo a las decisiones que, al proporcionar conocimientos sobre las interrelaciones y los pronósticos ambientales, debe hacer más previsibles las consecuencias de las decisiones a nivel ecológico y social (CEPAL, 1991 en Berriz Valle, 2009:4).

Las EIA se han venido aplicando como métodos de evaluación de proyectos, intentando promover un control crítico de las actividades y proyectos públicos y privados que tienen vigencia en la comunidad local de que se tratare, aunque infelizmente esa comunidad local no ejerce prácticamente ningún control social sobre el proyecto, al estar en franco estancamiento las agendas ambientales locales de desarrollo sustentable.

La EIA es asumida entonces por la entidad que, con su actuación, podría generar impactos ambientales reales o potenciales, apoyándose en procedimientos directos (Auditorías ambientales y Estudios de Impacto Ambiental), e indirectos, como las regulaciones institucionales existentes de aplicación de EIA, o los dispositivos normativos de adjudicación de *calidad de*

producto (normas del tipo ISO 9000) o de *calidad ambiental de productos y procesos* (normas del tipo ISO 14000).

Genéricamente, los procesos de EIA suelen ser metodologías relativamente rutinarias de verificación de relaciones entre causas impactantes (del proyecto o actividad analizada, como puede ser el sistema de tratamiento de agua objeto de esta investigación) y sus efectos ambientales sobre cualquiera de los subsistemas del medio ambiente: el físico – biótico o natural, y el subsistema social (o sobre ambos). La EIA, sustentadas en dictámenes que los expertos elaboran después de aplicar métodos definidos por el análisis matricial (derivados de las propuestas de la matriz de Leopold), es comprensible para los actores sociales residentes en las áreas de influencia del proyecto, quienes teóricamente pueden verificar el cumplimiento de sus estipulaciones para las distintas fases del proyecto.

Las técnicas matriciales se derivan del aporte inicial de L. Leopold y su famosa matriz que derivó en numerosas aplicaciones, básicamente combinando rasgos de actividad con atributos de aptitud natural y tecnológica para soportar demandas de dichas actividades. De allí se desarrollaron numerosas técnicas matriciales, como la *Sphere matrix*, que es un mecanismo de discernimiento de un camino óptimo (*optimum pathway matrix*); la llamada matriz Saratoga (que divide cada cruce de acciones del proyecto y condiciones de soporte en cuatro consideraciones de impactación: alcance, duración, naturaleza y magnitud del impacto); las matrices de interacción; las del mínimo de cruces (*minimum link matrix*); las *disruption matrix*, y otras.

El uso de indicadores es usual en las EIA, ya que su comportamiento permite evaluar la magnitud de los impactos y dar seguimiento a las medidas que se adopten para mitigarlos o eliminarlos. En este sentido, el autor de esta tesis considera que a pesar de que la EIA funciona en sentido general como proceso previo a la toma de decisiones en el Ecuador, su eficiencia aún no logra cumplir las expectativas totalmente, ya que no se realiza un control estricto de las medidas establecidas por las licencias ambientales y además, muchas veces tales medidas no son lo suficientemente completas para resarcir los daños causados al entorno ecológico y resultan escasas las dirigidas al medio socioeconómico en las zonas de influencia indirecta de los proyectos.

Las EIA se apoyan en el instrumento conocido como Estudio de Impacto Ambiental (en lo adelante, EsIA), un estudio técnico determinado a predecir, identificar, valorar y corregir las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones puedan causar sobre la calidad de vida humana y su entorno (Mateo, 2008:60), a partir de describir detalladamente la acción o proyecto en análisis, incluyendo su tecnología (Rodríguez, 2004:26). Por tanto, el EsIA proporciona antecedentes para la predicción e identificación de los impactos ambientales, además de describir las medidas para prevenir, controlar, mitigar y compensar las alteraciones ambientales significativas (Ministerio del Ambiente, 2004).

Finalmente, la certificación del EsIA (otorgamiento de un certificado de aprobación o autorización para el desarrollo del proyecto), es donde la autoridad ambiental de aplicación declara si acepta o no, los fundamentos de la EIA, la caracterización y evaluación de los impactos, y los términos propuestos para su control.

Otro instrumento es la Auditoría Ambiental, que se basa en el conjunto de normativas existentes para regular tanto el procedimiento estándar para alcanzar determinada calidad de funcionamiento de un proyecto o actividad empresarial (por ejemplo, las normativas ISO 14000), como el monitoreo rutinario del desempeño de una determinada actividad (normas específicas). Las auditorías pueden ser públicas (requeridas por el sector público, como los Informes anuales del Estado del Ambiente), o internas (ejecutadas en el marco de los procedimientos de gestión gerencial del proyecto en cuestión).

Es de destacar que a escala internacional, se han elaborado bancos de medidas para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales potenciales que tendrán los proyectos o actividades autorizadas, según la etapa del ciclo de vida del proyecto o actividad. Un ejemplo de ello es el banco de medidas para proyectos o actividades en Áreas Protegidas divulgado en el año 2008 por el CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas) de Guatemala. Esas medidas deberán ser descritas en el Plan de Gestión Ambiental, donde se incluye además el plan de monitoreo y control, que contará con parámetros e indicadores para demostrar la eficiencia del plan. Agrega que el promotor del proyecto, debe considerar dos o más alternativas para desarrollar el mismo (con el fin de comparar los impactos ambientales

potenciales, así como otros aspectos de relevancia ecológica, social, económica entre otros), analizando y valorando las medidas sobre la base de sus significados ambientales, y seleccionando finalmente aquellas que mejor se ajusten a los objetivos de protección, manejo, cuidado y conservación del Área Protegida. Tales bancos de medidas pueden ser útiles también para los consultores privados.

Como los avances tecnológicos de las sociedades desarrolladas pueden traer consigo riesgos para la población y el medio ambiente, en el contexto de la gestión ambiental se le presta mucha atención a los análisis de riesgos, cuyo modelo básico, según Peluso y col. (2003), es el del National Research Council plasmado en la obra *Science and Judgement in Risk Assessment*, complementado con el de la Environmental Protection Agency (1996), cuyas estimaciones de riesgo han sido criticadas por diversa razones, entre ellas porque: genera una visión muy fragmentada del riesgo al que se expone una población por ignorar la interdependencia de los componentes ambientales y su metodología es poco útil en relación con la estimación del riesgo asociado a sustancias químicas (C R A R M , 1997).

La investigación sobre riesgos ambientales –naturales o tecnológicos- es una línea de trabajo teórica y metodológica de gran relevancia social y aplicabilidad, especialmente teniendo en cuenta sucesos como el accidente en la central nuclear de Chernobil, las consecuencias del huracán Mitch, el derrame de petróleo en el Golfo de México y otras catástrofes. Así, conceptos como *riesgo tecnológico*, *exposición* y *vulnerabilidad*, adquieren gran relevancia en los estudios ambientales (Bosque Sendra y col., 2004).

El “*riesgo tecnológico*” hace referencia a la probabilidad de sufrir daños o pérdidas económicas, ambientales y humanas como consecuencia del funcionamiento deficiente o accidente de una tecnología aplicada en una actividad humana. En las investigaciones sobre riesgos, comúnmente se considera que la magnitud del riesgo es una consecuencia de la interacción de tres factores:

- Localización, volumen, probabilidad de ocurrencia de accidentes y características de peligrosidad de la actividad que se considera fuente de riesgo.

-Las dimensiones y características del área expuesta a un posible accidente.

-El grado de la vulnerabilidad de los posibles receptores del daño.

La atención principal en el estudio de los riesgos tecnológicos ha estado centrada en aspectos como la vulnerabilidad territorial y la distribución espacial de instalaciones o actividades potencialmente peligrosas. Esto obedece a que aunque las condiciones del entorno sean indiferentes para la materialización de un fallo tecnológico, un emplazamiento mal elegido para una actividad peligrosa (por su topografía, permeabilidad del sustrato, dirección dominante del viento o proximidad a un río, entre otras causas), puede acentuar las consecuencias de un accidente. Es por eso que el Ordenamiento Territorial juega un papel esencial al elegir la ubicación de actividades o instalaciones consideradas como peligrosas.

El concepto de "*exposición*" hace referencia al ámbito territorial susceptible de sufrir daño en caso de desencadenarse un desastre natural o un accidente tecnológico como resultado de la presencia de una actividad peligrosa. La localización de un punto (distancia y posición espacial) respecto a dicha actividad, es el mayor determinante de la exposición (aunque también depende del alcance y propiedades dañinas de la posible catástrofe y de las condiciones del medio físico para propagar sus efectos). Del tamaño y forma del área expuesta a un accidente se deriva el volumen de población y actividades susceptibles de sufrir daño como resultado de la presencia de una actividad peligrosa.

La "*vulnerabilidad*" es la posibilidad de que una comunidad o territorio experimente graves daños en caso de una catástrofe, como consecuencia de un bajo sistema de protección social y/ o una mala gestión del territorio (que llevan a respuestas inadecuadas ante procesos extremos del medio físico). Como destacaran Bosque Sendra y col. (2004), la vulnerabilidad del territorio y/o la población expuestos a amenazas ambientales, es un factor determinante para valorar la magnitud del riesgo.

La distinción realizada por Cutter (2000) entre vulnerabilidad social (indicadores socioeconómicos, percepción del riesgo, capacidad de respuesta individual o social) y biofísica (emplazamiento y situación, proximidad a la amenaza, estructura territorial, características del medio físico), ha servido para

establecer los indicadores para medir la vulnerabilidad ante los riesgos en contextos específicos.

Con respecto a los riesgos naturales, investigaciones como las de [Laín Huerta \(2000\)](#), [Ahamdanech y col. \(2003\)](#), y [Bosque Sendra y col. \(2005\)](#), analizan los factores del medio físico que inciden en el desencadenamiento o en la inducción de desastres, en el análisis de la interferencia humana como factor potenciador de sus consecuencias y en la identificación de la recurrencia temporal de los desastres, todo ello con el objetivo de definir el territorio potencialmente afectado y estimar los posibles daños.

1.3- Los desafíos de la gestión ambiental en los espacios urbanos.

En las últimas décadas, los efectos de la pobreza y del imaginario creado por el mercado globalizado (donde se venden estilos de vida asociados a patrones de consumo propios del insostenible modo de vida de los países ricos), han hecho que las sociedades latinoamericanas se hayan visto envueltas en un desenfrenado proceso de urbanización que ha traído como consecuencia, un incremento de los índices de pobreza asociado al escaso desarrollo de la infraestructura urbana ([Ortiz y Aravena, 2002](#)). Es indudable que en este problema, que es motivo de fuertes controversias políticas desde posiciones muy diversas, ha influido tanto la velocidad del proceso de urbanización, como su descapitalización real ([Fernández, 2000](#)).

En América Latina se encuentran algunas de las principales mega ciudades del planeta, caracterizadas por un proceso desordenado de crecimiento que no sólo se manifiesta por los altos niveles de contaminación urbana, la falta de infraestructura básica, el deplorable diseño urbanístico y otros males, sino también por la gran "huella ecológica" que ha dejado en los espacios rurales nacionales, debido a la sobreexplotación de los recursos naturales (suelo, recursos hídricos, recursos forestales, fuentes energéticas y otros), además de la presión económica y cultural ejercida sobre las comunidades humanas de su entorno, todo lo cual ha socavado las bases para un posible desarrollo sustentable y un adecuado ordenamiento ecológico del territorio que ocupan.

Esta situación hace que algunos consideren a esta región como una de las más *pseudo-urbanizadas* del mundo, con una crisis de sustentabilidad ambiental urbana (especialmente evidente en las grandes capitales y otras ciudades

metropolitanas), derivada por un lado de la velocidad de crecimiento y el tamaño de la urbanización, y por otro del precario funcionamiento de la ciudad como espacio metropolitano.

Esa velocidad de crecimiento es consecuencia de la brusca reestructuración de las poblaciones nacionales: de un 50 - 60% de población urbana a fines de la década de 1950, pasaron a un 75 - 85% a fines de los años 1990, como resultado de los fuertes movimientos migratorios desde el campo hacia las ciudades (especialmente hacia sus periferias) y de altas tasas de crecimiento demográfico medio anual (Ortiz y Morales, 2002)..

Como resultado de la citada velocidad, resulta imposible garantizar – aun con las mejores intenciones –, la creación de infraestructura básica para ese volumen de población inmigrante de las ciudades, creándose un caos en las prestaciones de servicios urbanos como los relacionados con la construcción y organización del sistema de salud, la infraestructura educativa, los servicios de seguridad pública y los relacionados con el agua potable, la evacuación y tratamiento de los residuales líquidos, y el manejo y disposición final de los residuos sólidos.

Al mismo tiempo, ese proceso genera una creciente desvinculación con los aparatos productivos existentes, favoreciendo una marginalización social en relación con el acceso al consumo.

Un aspecto de esa *pseudo*-metropolización es la creciente dispersión territorial periférica de esos conjuntos poblacionales, marginados por la infraestructura de servicios y sometidos a las tensiones que genera el continuo aumento de la distancia al “centro” de la ciudad (donde convergen algunos de los servicios que no tienen en la periferia).

Como señalara **Fernández (2010)**, esto, además de provocar una marginalización del consumo, dificulta el trabajo estable de quienes tienen la suerte de encontrar empleo, contribuyendo a intensificar la dispersión propia de la instalación peri urbana (con su secuela negativa de distorsión de la conectividad y aumento promedio de los costes económicos y temporales de traslado de personas).

Como resultado final, crece continuamente la problemática ambiental de las periferias (y con ellas, de sus ciudades, provincias y países): tanto en el medio

físico y biológico, como en el antrópico (con más destaque este último para los medios de comunicación masiva, por sus graves problemas sociales).

Paralelamente, se presenta otro proceso durante los últimos tiempos en las urbes de la región: la generación de "nuevas periferias", o sea, el paso de una ciudad compacta de alta densidad poblacional, a una ciudad dispersa y más fragmentada, con bajas densidades residenciales unifamiliares, apoyadas por sistemas viales y dotadas de extensos espacios libres.

Así, la diferenciación del espacio social en estos nuevos territorios, es también el resultado de los movimientos poblacionales intraurbanos, siendo la segregación social de la población, uno de sus efectos más significativos.

Para Dematties (1998), las nuevas periferias constituyen verdaderos "laboratorios" sociales y territoriales, donde se experimentan innovaciones y cambios importantes en la forma de habitar, como los destacados por Bähr y Mertins, 1993, en: Bosque Sendra y col., (2004) para ciudades latinoamericanas en las que pueden distinguirse tres tipos de asentamientos que influyen en el proceso de suburbanización y con ello, en la estructura social de esas ciudades:

- asentamientos informales (ilegales y semilegales), ya sean consolidados o en diferentes etapas de consolidación;
- proyectos gubernamentales de vivienda (viviendas sociales de bajo costo de construcción) y
- barrios de los estratos altos, la mayor parte de las veces ocupando sólo un sector del entorno suburbano.

De lo reseñado con anterioridad, es evidente que el proceso de dispersión urbana aparece marcado por la diferenciación de estratos socioeconómicos, proceso que en la mayoría de los casos ha conducido a patrones de segregación social a escalas espaciales inéditas, tal como lo expresa López de Lucio (1998), cuando se refiere a la conformación de comunidades fortificadas, en suburbios residenciales estrictamente acotados.

Así, la intensificación de la segregación socioespacial tiene que ver con el direccionamiento de los desplazamientos de la población migrante, toda vez que estos movimientos en su mayor parte son realizados como un proceso selectivo, producto de los atributos asociados de los habitantes que cambian de residencia (edad, sexo, nivel educativo, status ocupacional, etc.), los que

sumados a la búsqueda de un ambiente social similar a los lugares de origen, terminan por marcar las diferencias.

1.4- Problemática de la calidad del agua y su tratamiento en Ecuador

Aunque los recursos de agua superficial y subterránea en Ecuador son generalmente abundantes, la distribución y el acceso al recurso están muy desigualmente distribuidos: la primera, por la desigual distribución de las precipitaciones en el territorio nacional (unas áreas reciben sólo 250 mm/año, mientras que otras reciben hasta 6,000 mm/año), y lo segundo, por la distribución de la población en relación con las regiones mas ricas en agua, pues la mayoría de la población ocupa las regiones montañosas o la cuenca de Guayas (en las tierras costeras bajas del Pacífico), mientras que el 80 % del agua disponible en el país se halla en la escasamente poblada área de la cuenca del Amazonas.

La ocurrencia y duración del escurrimiento estacional varía de acuerdo a los efectos

orográficos y a los patrones de precipitación. Así, una apreciable cantidad de agua dulce o salobre está disponible de enero a mayo en la mayoría de las áreas interiores de las planicies costeras, procedente de acuíferos aluviales con diverso grado de permeabilidad. Debido al patrón hidrológico típico de las áreas áridas con escasas lluvias, la recarga es limitada, la disponibilidad de agua dulce es estacional y las fuentes requieren tratamiento para obtener potabilidad, debido a sus contaminantes biológicos y químicos.

El crecimiento poblacional y las migraciones, unido a las prácticas agrícolas inadecuadas, han incrementado la demanda de agua para usos domésticos y agrícolas, ya que la deforestación y el incremento de la erosión reducen la cantidad de precipitación disponible para recargar los acuíferos, acentuando la desertificación.

De ese modo, solamente el 10% del volumen total de agua disponible en el país es utilizado y de este, un 97% es usado para irrigación y un reducido 3%, para propósitos domésticos e industriales (la mayoría del agua utilizada para estos propósitos y para irrigación en la agricultura, proviene de fuentes superficiales).

Todo esto crea serios problemas de desabastecimiento de agua, generando cada vez mayor competencia y conflictos por el acceso a los limitados recursos hídricos de que se dispone (esos conflictos se intensifican con el crecimiento de la población y el comercio, así como por los cambios provocados en los patrones hidrológicos de los ríos por la deforestación, desertificación, sequía y mal uso de la tierra).

Por otra parte, la contaminación biológica se incrementa en áreas rurales con agricultura comercial de gran escala (donde existe filtración de residuos de pesticidas) y en las proximidades de las áreas pobladas, desde donde se vierten aguas servidas en las corrientes superficiales y los acuíferos. Esto obliga a realizar tratamiento a las fuentes de agua dulce superficial.

De otra parte, la falta de atención a la vulnerabilidad de la infraestructura, hace que las aguas de las inundaciones repentinas que ocurren durante la estación lluviosa, se infiltren al subsuelo trasladando a los acuíferos su carga contaminante (además de acumular importantes volúmenes de sedimentos sueltos que obstruyen aun mas los cauces y alcantarillados, aumentando el riesgo de mayores inundaciones). Es notorio que no existan disposiciones de ordenamiento, administrativo o legal, que obliguen a construir alcantarillados separados, por lo que las aguas servidas se mezclan con las pluviales antes de verterse finalmente en los cuerpos receptores. Tampoco existen disposiciones para restringir las instalaciones industriales en zonas vulnerables.

Dos de los principales problemas del agua de captación fluvial en Ecuador (que constituyen indicadores básicos de calidad del agua), son:

-la turbiedad resultante de la erosión de los suelos en las cuencas, y el crecimiento de algas o bacterias asociadas a la contaminación orgánica. Los sólidos totales están compuestos por partículas en suspensión, partículas filtrables o disueltas y coloides orgánicos o inorgánicos (estos últimos pueden tardar hasta 755 días en sedimentarse por gravedad, por lo que se precisa eliminarlos mediante tratamiento). -el color (debido principalmente a la descomposición de la materia orgánica y los minerales, que se encuentran en suspensión o en estado coloidal)

En la provincia de Manabí, una de las afectadas por procesos de desertificación en Ecuador, el agua dulce superficial y subterránea es estacionalmente abundante (entre enero y mayo) en los arroyos de la mitad de

la provincia, incluyendo los de la región del cantón Jipijapa (aunque en las elevaciones bajas a lo largo de la costa, el agua subterránea dulce es escasa o inexistente, debiendo ser acarreada en camiones a un costo muy alto.

Las aguas subterráneas son localmente abundantes, con rendimientos en algunos pozos de 90 a 120 l/s (entre 24 y 32 galones por minuto), pero tienen problemas de calidad debido al exceso de hierro presente naturalmente, el cual tapa las rejillas de los pozos y reduce seriamente la producción de estos.

Los problemas relacionados con la gestión del agua en Ecuador vienen siendo objeto de atención desde hace algún tiempo. Ya en 1998, una evaluación realizada a los recursos de agua del país (CIEU, 1998), reconocía la necesidad de desarrollar una planificación integral de la administración de las cuencas para contrarrestar los impactos de la actividad humana en ellas, logrando una visión integral de los problemas de los recursos hídricos y del terreno dentro de las cuencas

Para los autores, la planificación de las cuencas es un objetivo de *alcance sistemático* que permitiría evaluar usos alternativos de los recursos agua y suelo; identificar los conflictos entre usos, su competencia y costos de solución; y sustentar las decisiones sobre los cambios, en la disponibilidad de datos. En tal caso, la planificación debería incluir medidas de diverso alcance:

- medidas de corto plazo: como estabilización de la erosión, protección de puentes, sistemas de advertencia de inundaciones, sistemas de abastecimiento de agua pequeños, estaciones meteorológicas e hidrológicas;

- medidas interinas (como acciones de control de inundación, programas de control de sedimentos, administración de planicies de inundación, pequeñas represas,

- medidas a largo plazo: como reforestación, contención para el control de las inundaciones, hidroenergía y abastecimiento de agua).

Hasta el año 2003 solo el subsector de agua potable y saneamiento había aprobado políticas sectoriales en el Ecuador, ya que el Estado no se pronunciaba al respecto de manera global (no se formulaban políticas sobre gestión de recursos hídricos, publicándose solo enunciados generales indicando intenciones). Por tanto, no existía estrategia alguna al respecto, ya que el extinto Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI) y las Corporaciones Regionales de Desarrollo se dedicaron a construir sistemas de

riego con enfoque sectorial, sin atender de manera integral el problema de la administración del agua.

Hoy, el Consejo Nacional de Recursos Hidrológicos (CNRH), creado en 1994 en sustitución del extinto Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI), es la agencia responsable del desarrollo de sistemas de abastecimiento de agua en el país, al regular y coordinar las solicitudes para el desarrollo de proyectos con este fin. El CNRH heredó las bases de datos hidrológicos y de calidad de agua del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI), agencia previamente responsable de esta tarea. Hoy el CNRH se apoya en un reglamento de "Organización del Régimen Institucional de las Aguas", dictado por Decreto Ejecutivo 3609 de Marzo de 2003.

El CNRH está desarrollando un plan maestro para la utilización de recursos de agua, pero su programa no está completamente en funcionamiento, aunque se anticipa que una vez que este programa esté completo, el CNRH será la fuente principal de información de recursos de agua.

Actualmente, el desarrollo de sistemas de abastecimiento de agua doméstica se lleva a cabo por muchas diferentes agencias con muy poca coordinación. Sin embargo, la necesidad de agua potable adecuada es de tal magnitud que existen suficientes oportunidades de desarrollo para todas las agencias. El factor limitante es la falta de recursos financieros.

También la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental en el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (SSA), apoya el desarrollo del abastecimiento de agua y mejoramiento de la sanidad en las municipalidades, implementando sistemas de tratamiento de aguas servidas y pequeños sistemas de abastecimiento en áreas rurales.

La organización independiente FASBASE (Fortalecimiento y Ampliación de los Servicios Básicos de Salud en el Ecuador), que funciona bajo el Ministerio de Salud Pública, también desarrolla acciones a favor del abastecimiento de agua y de proyectos sanitarios en comunidades. Sin embargo, en Jipijapa ha sido la Junta de Recursos Hidráulicos quien se ha encargado tradicionalmente de ejecutar todos los trabajos relacionados con el abastecimiento de agua potable.

1.5- Sistemas de tratamiento del agua de consumo humano

Además de presentar impurezas físicas (turbiedad y color), el agua que se capta en Caza Lagarto contiene otros tipos de impurezas de origen químico y biológico por lo que requiere de un pretratamiento en el tanque sedimentador antes de ser bombeada por la conductora hacia la Planta de tratamiento de San Manuel. Esto justificó la necesidad de la instalación de la planta, en la cual se realiza el tratamiento por coagulación-sedimentación-filtración.

A escala internacional, el proceso de coagulación-sedimentación-filtración se ha mantenido por más de 100 años como uno de los más importantes (Singley, 2010), ya que desde un inicio, los filtros rápidos de arena requerían de algún sistema de pretratamiento del agua para poder aglomerar las partículas finamente divididas, de modo que pudieran quedar retenidas por el filtro.

Así, la etapa de sedimentación que precede a la de filtración, sirve para reducir la carga que llega a los filtros e incrementa el tiempo del proceso de filtración, pudiendo tratarse mayor cantidad de agua en las plantas con filtro rápidos que en las de filtro lento, aunque a condición de que se haga un pretratamiento que permita la sedimentación de partículas grandes.

El tratamiento de agua puede subdividirse en cuatro etapas (Barrenechea, 2009):

- *Clarificación* (que incluye la *Coagulación* y la *Floculación*),
- *Desinfección*,
- *Acondicionamiento químico* y
- *Acondicionamiento organoléptico*.

La Coagulación y Floculación conforman una etapa del proceso de tratamiento en la cual las partículas se aglutinan en pequeñas masas llamadas *flocs*, hasta que su peso específico supere al del agua, y puedan precipitar.

La *Coagulación*, es la reacción que ocurre en el momento de adicionar los coagulantes al agua para aglutinar las partículas suspendidas en conglomerados o grumos (las partículas son así desestabilizadas eléctricamente, rompiéndose las fuerzas de separación entre ellas, lo que hace que se aproximen y tiendan a unirse entre sí). El pH es un factor prominente en la desestabilización de las sustancias coagulantes y floculantes.

Existen dos métodos para lograrlo: el ortocinético (agitación externa), usado cuando las partículas tienen un tamaño superior a un micrón, y el pericínético (con fuente de agitación interna), usado cuando las partículas no alcanzan un

micrón de tamaño. La impureza que más frecuentemente se remueve por coagulación es la turbiedad, seguido del color.

La *Floculación* consiste en la adición de sustancias floculantes al agua, para aglutinar las sustancias coloidales y facilitar así su decantación y posterior filtrado. Los pequeños aglomerados realizan entonces una acción de puente para construir partículas lo suficientemente grandes y pesadas como para sedimentarse en el fondo del tanque sedimentador (los puentes químicos entre partículas, crean una malla tridimensional y porosa de coágulos o *flocs*) en continuo crecimiento, hasta sedimentarse). También existen dos modelos de la Floculación: uno físico (basado en fuerzas electrostáticas de atracción y repulsión) y otro químico, basado en la dependencia entre el coagulante y la superficie de los coloides (el llamado "puente químico"), usando sulfato de aluminio.

La *Filtración*, para eliminar muchos organismos parasitarios y químicos inorgánicos peligrosos para los humanos; Los filtros más avanzados son los de carbón

se hace con diferentes capas de arena y piedra (cama especial de arena como granito, grava, granilla, piedra pómez, piedras de cerámica (la piedra pómez ayuda a retener excesos de minerales, y las de cerámica son para que el agua nuevamente tome velocidad)

La filtración por arena, carbón activado o antracita consiste en la purificación del agua al atravesar un lecho compuesto por alguno de los materiales citados. Los sistemas de filtración avanzados utilizados por todo el mundo para limpiar el agua potable se componen básicamente de los siguientes elementos:

- un filtro de sedimentos que atrapa partículas.
- un segundo filtro de sedimentos con poros más pequeños (incluido en algunas ocasiones)
- un filtro de carbono activado que atrapa elementos químicos.
- un filtro de ósmosis reversible con una fina membrana de composite plástico.
- A menudo se utiliza también un segundo filtro de carbón para capturar aquellos elementos químicos que la membrana no ha podido filtrar.
- también se puede utilizar una lámpara de rayos ultravioletas para la desinfección de los microbios restantes.

Estos filtros varían en dimensión y capacidad si están orientados a grandes industrias que proporcionan agua a las ciudades o aparatos portátiles que utilizan la gravedad para filtrar el agua.

-La *Cloración* consiste en la aplicación de cloro gas (0.025 ppm)

CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS

2.1- Materiales utilizados para la investigación

El documento base para contextualizar el área beneficiada con el proyecto (como parte del estudio de Línea base y diagnóstico), fue el *Plan de Desarrollo Estratégico del cantón Jipijapa*, donde aparecen las informaciones relacionadas con el contexto físico natural en que se encuentra situada la ciudad, así como los indicadores de desarrollo económico y social de la misma.

Paralelamente, se recopiló y analizó la información proveniente de otras fuentes, tanto bibliográficas (publicaciones de la provincia de Manabí, textos científicos y resultados de investigaciones), como digitales.

Entre estas últimas cabe citar el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador/SIISE, 2005); el Sistema de Información para la Planificación/INFOPLAN, 2004; el Atlas Geográfico Universal y del Ecuador, 1997; los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2001), y del Anuario Meteorológico y Boletín Climatológico (INAHMI), así como páginas de Internet).

También se usaron las informaciones sobre calidad de agua disponibles en la Junta de Recursos Hidráulicos situada en Jipijapa.

Además, se realizaron numerosas visitas de campo para verificar y ampliar las informaciones obtenidas desde las diferentes fuentes, relacionadas con el territorio en general y el área de influencia del proyecto en específico.

Todos esos documentos sirvieron para elaborar el diagnóstico y proponer medidas de mitigación de impactos para la actual fase operativa del proyecto analizado.

Para la descripción del proyecto estudiado se estudió su documento de referencia: "*Sistema de Conducción Caza Lagarto – Las Balsas: Obras de Captación y Estación de Bombeo de Agua Cruda*", elaborado por la Junta de Recursos Hidráulicos (JRH) de los cantones Jipijapa, Paján y Puerto López.

El mismo permitió obtener una caracterización de las obras realizadas a partir de su diseño (tanto las de captación y pre tratamiento en el tanque sedimentador, como de conducción y tratamiento), verificando las

especificaciones técnicas y buscando posibles previsiones de impacto que se contemplaron.

Este documento también ofreció informaciones sobre el diseño hidráulico e hidromecánico de la estación de bombeo, las especificaciones para la cimentación de las obras, el diseño estructural y el sistema eléctrico.

También se revisó el documento *Estación Compacta para Tratamiento de Agua de tipo CRISTAL M* que contiene las especificaciones técnicas de este tipo de plantas, cuya tecnología contempla el uso de chapas de acero al carbono para agrupar en un mismo modulo todas las etapas de un tratamiento clásico de clarificación.

La consulta de dos leyes importantes (la Ley de Aguas del Ecuador, publicada en el Registro Oficial 339 de 20/05/2004 y su Reglamento General de Aplicación, así como la Ley de desarrollo Hídrico de Manabí, publicada en Registro Oficial 728 de 19/12/2002), permitió obtener informaciones sobre determinados aspectos legales y su cumplimiento en el caso estudiado: conservación y contaminación de las aguas (TITULO II), adquisición de derechos de aprovechamiento (TITULO III), concesiones del derecho de aprovechamiento de aguas para uso domestico y de saneamiento (TITULO V), estudios y obras (TITULO XIV) y regulaciones para los Directorios de Aguas y las Juntas Administradoras de Agua Potable (TITULO XVI).

Para estos efectos también se consultaron las leyes siguientes: Ley de Gestión Ambiental del Ecuador, publicada como Ley No. 37 en el Registro Oficial de 30/07/1999 (particularmente lo relacionado con la Organización del Régimen Institucional de las Aguas) y la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental establecida mediante Decreto Supremo No. 374 de 21/05/1976.

El análisis del documento que contiene el Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2010 del Ecuador, permitió visualizar las metas relacionadas con el aumento de la esperanza y la calidad de vida de la población (Objetivo 3) y el acceso seguro al agua, aire y suelo (Objetivo 4). También permitió conocer que existe una Política para el manejo integral de los recursos hídricos con enfoque de cuenca hidrográfica, y otra para el manejo del riesgo y la reducción de la vulnerabilidad poblacional ante desastres naturales

El Diagnóstico Ambiental del cantón Portoviejo permitió conocer la situación ambiental en una parte importante de la cuenca del río homónimo, de donde se capta el agua para la ciudad de Jipijapa y con ello, proponer medidas para perfeccionar el manejo de esa cuenca.

Los resultados de análisis de calidad del agua de consumo que se utilizaron como referencia, forman parte la base de datos del laboratorio de la Planta de tratamiento del proyecto, el cual está equipado con modernos equipos para sus operaciones, como: espectrofotómetro DR 2800 marca Hach; Turbidímetro digital de 0 a 1000 NTU (muy útil en la época de invierno, cuando aumenta el contenido de sólidos suspendidos); termoreactor Cr 3200; Cromatógrafo HPLC para determinar pesticidas, metales pesados o similares; termómetro de 10 a 300 °C para medir temperatura del agua; W-Oxitop para DBO; mufla; contador de colonias para coliformes; medidor de color (escala Pt y Co); medidor de O₂ digital; conductímetro; medidor de pH marca Hach, y esterilizador autoclave de 14 lt.

2.2- Métodos utilizados

Aunque resulta difícil enmarcar algún método utilizado solo para una parte de la investigación (ya que todos se emplean de forma interrelacionada), se realiza a seguir una breve valoración sobre los principales métodos de la investigación científica que fueron seleccionados y utilizados en este trabajo:

Del nivel teórico

-*Análisis-síntesis*: utilizado para la descomposición y análisis del objeto de estudio (la gestión ambiental del agua para abasto humano), buscando centrar la atención en su esencia (la eficiencia ambiental de los sistemas de tratamiento de agua potable, especialmente el instalado en Jipijapa), mediante la determinación de los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan la gestión ambiental del agua y su evolución a nivel internacional y nacional

-*Inductivo-deductivo*: para responder a las interrogantes planteadas en las etapas de diseño y ejecución de la investigación, especialmente en lo relacionado con la metodología a utilizar para el diagnóstico y la evaluación de los impactos, así como en la determinación de las medidas a proponer para la mitigación de los impactos evaluados. También permitió sintetizar las informaciones para arribar a las conclusiones finales del trabajo.

-Histórico-lógico: este método permitió profundizar en el origen y evolución de la gestión ambiental y sus instrumentos, especialmente la evaluación de impacto ambiental, así como en la determinación de la Línea base territorial sobre la cual actuó el proyecto de abasto de agua estudiado.

De igual modo, permitió organizar las informaciones para la reconstrucción de los impactos en las dos fases del proyecto y su relación con cada una de las acciones principales que el mismo ha desarrollado en sus fases constructiva y operativa.

-Sistémico: inicialmente fue utilizado para organizar metodológicamente la investigación y luego en el estudio de la Línea base (para la formulación de hipótesis de trabajo relacionadas con el funcionamiento de los componentes del medio ambiente, tanto en Jipijapa como en el área de influencia directa del proyecto). También se utilizó en la evaluación de impactos ambientales (matriz causa – efecto) y en la propuesta de medidas de mitigación.

Del nivel empírico:

-La observación científica: estuvo orientada inicialmente a obtener informaciones sobre los procesos naturales que han sido impactados por la actividad humana en la periferia urbana (con su incesante deforestación para plantar cultivos de ciclo corto en pendientes muy fuertes), así como para verificar la dinámica socioeconómica de la ciudad, especialmente en las actividades de comercio y servicios.

Otra intención de la observación fue la constatación de las medidas adoptadas al finalizar la construcción de la obra en las diversas instalaciones del sistema de tratamiento y también las externalidades ambientales creadas en la periferia de la Planta de tratamiento de agua en San Manuel.

Como técnicas más importantes utilizadas se destacan:

Las *historias de vida*, con vistas a conocer especialmente la historia del contexto geográfico de los individuos (o sea, la ciudad y sus dinámicas), y la influencia que ese contexto ha ejercido sobre sistema de valores, representaciones, creencias y expectativas.

Dado el interés del autor en confirmar características del proceso socioeconómico local encontradas en las fuentes consultas, se seleccionó una *muestra intencional* escogiendo a las personas de forma arbitraria (designando

solo personas mayores de 60 años que hayan nacido y vivido siempre en la ciudad de Jipijapa).

2.3-Diseño metodológico de la tesis

2.3.1- Metodología utilizada para el diagnóstico de la Línea base.

El diagnóstico constituye un instrumento que permite evaluar desde el punto de vista ambiental, aquellas acciones humanas establecidas en un territorio determinado por un periodo de tiempo que puede ser más o menos prolongado. Su finalidad es determinar cuales acciones podrían mitigar los impactos negativos causados al medio ambiente producto de esa ocupación humana, por lo que precisa inicialmente del conocimiento del medio natural sobre el que estableció esa ocupación y las características actuales de ese medio, de la economía y de la sociedad local.

Es por ello que inicialmente se identifica la Línea base territorial que fue influenciada por el proyecto, a partir de la caracterización de los diferentes componentes del medio ambiente en el área de influencia del proyecto estudiado (componentes abióticos, bióticos y antrópicos y sus interrelaciones), basado en la recopilación de la información referida a cada elemento de esos componentes, y la verificación de campo de todos aquellos datos donde era posible la confirmación o actualización de la información.

Para ello se realizaron diversos recorridos con el propósito de investigar aspectos como: situación actual de la deforestación en la periferia de la ciudad de Jipijapa, prácticas de manejo del suelo y las aguas en la agricultura, estado técnico y disponibilidad de infraestructuras para educación y salud pública en la ciudad, características de los nuevos espacios de ocupación periféricos (fenómeno de las invasiones), entre otros.

A partir de esa información se obtuvo el diagnóstico de la situación ambiental derivada de la ocupación humana en Jipijapa, que constituye el punto de partida para los análisis posteriores sobre la incidencia del proyecto de tratamiento de agua potable en estudio.

Los pasos seguidos para el diagnóstico fueron los siguientes:

a)- Caracterización del medio abiótico: incluye la geología, el relieve, variables climáticas, hidrografía, características de los suelos, uso del suelo

b)- Caracterización del medio biótico: vegetación y fauna

c)- Caracterización del medio antrópico o socioeconómico, con énfasis en:

- las particularidades demográficas locales,

- la economía local y

- los servicios básicos, como salud, educación, vivienda, situación del empleo y nivel de pobreza, entre otros elementos).

2.3.2- Metodología para evaluar los impactos ambientales del proyecto

La concepción metodológica asumida para evaluar los impactos ambientales del proyecto fue la que propone Sánchez (2006), en su obra *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*.

Según este procedimiento, se parte de la descripción técnica del proyecto, en forma resumida, y del análisis de las principales regulaciones legales (en forma de leyes, reglamentos y normas técnicas), relacionadas con el tema del tratamiento del agua para consumo, incluyendo aquellas que tienen que ver con los recursos naturales más explotados en la zona de la fuente de captación, todo lo cual constituye la descripción del marco legal (jurídico), institucional y político.

El primer paso para la evaluación de los impactos ambientales asociados a cada una de las dos fases del proyecto (construcción y operación), consiste precisamente en identificar cuáles fueron las acciones implicadas en la fase de construcción y qué impactos generaron, usando una matriz al efecto. De igual manera se procedió para las acciones e impactos de la actual fase de operaciones.

Los impactos ambientales fueron evaluados a través de sus relaciones causa – efecto, basado en los criterios de la conocida matriz de Leopold, un método de evaluación que sirve de base para consideraciones de tipo ambiental a la hora de evaluar las alternativas para mitigar impactos derivados de acciones humanas. El método es utilizado en la mayoría de las evaluaciones de impacto ambiental de proyectos de Agua Potable.

La base del procedimiento es una matriz que recoge las acciones sobre el medio (acciones del proyecto) en columnas, y los factores o elementos del medio que podrían ser impactados, en las filas.

Antes de valorar los impactos (perjudiciales y beneficiosos), se determinó inicialmente cuales fueron o cuales son (según la fase del proyecto), las acciones *significativas* que los pueden generar, que son las que realmente se consideraron en la matriz de evaluación de impactos.

Para evaluar las acciones *significativas*, se utilizaron los indicadores siguientes:

- a)- Previsión en proyecto de las operaciones y procedimientos de cada acción,
- b)- Gravedad de las consecuencias generadas por la acción y
- c)- Cumplimiento por el proyecto de las normativas legales vigentes en el país sobre el tema objeto de proyecto.

Las acciones significativas serán aquellas que obtengan la mayor puntuación en la sumatoria de valores por acción (**Tablas 2.1 y 2.2**). Para la fase de construcción del proyecto, se elaboró la siguiente Tabla:

Tabla 2.1: Indicadores para evaluar la significación de las acciones del proyecto de Agua Potable Caza Lagarto – Jipijapa en su fase de construcción.

Indicador	Categoría	Criterio de evaluación	Valor
Previsión de operaciones y procedimientos	Alta	La acción y sus procedimientos básicos están previstos, sin ninguno de los complementarios.	3
	Media	La acción y sus procedimientos básicos están previstos, pero solo algunos complementarios	2
	Baja	La acción y sus procedimientos básicos y complementarios están previstos	1
Gravedad de las consecuencias de la acción	Grave	Causa daños severos, con restauración a largo plazo	3
	Menos grave	Causa daños menos severos, con restauración a mediano plazo	2
	Leve	Causa daños leves, con restauración a corto plazo	1
Medidas para cumplir las normativas vigentes	Ineficaz	Cumple menos del 50% de las normativas legales	3
	Medianamente eficaz	Cumple entre el 50% y 80% de las medidas establecidas	2
	Eficaz	Cumple más del 90% de las medidas establecidas	1

Fuente: Elaborado por el autor a partir de la consulta de los documentos normativos vigentes.

Para las acciones contempladas en la fase de operación, se aplican los mismos indicadores, pero adecuando la operacionalización efectuada en el caso anterior, o sea, se pondera sobre la base de cuatro posibilidades, dadas las peculiaridades de algunas acciones que así lo requieren (**Tabla 2.2**).

Tabla 2.2: Indicadores para evaluar la significación de las acciones del proyecto de Agua Potable Caza Lagarto – Jipijapa en su fase de operación

Indicador	Categoría	Criterio de evaluación	Valor
Previsión de	Alta	La acción y sus procedimientos básicos están previstos, sin ninguno de los complementarios.	3

operaciones y procedimientos	Media	La acción y sus procedimientos básicos están previstos, pero solo algunos complementarios	2
	Baja	La acción y sus procedimientos básicos y complementarios están previstos en proyecto.	1
	No procede	No precisa de previsión en proyecto	0
Gravedad de las consecuencias de la acción	Grave	Causa daños severos, con restauración a largo plazo	3
	Menos grave	Causa daños menos severos, con restauración a mediano plazo	2
	Leve	Causa daños leves, con restauración a corto plazo	1
	Nula	No causa daños	0
Medidas para cumplir las normativas vigentes	Ineficiente	Cumple menos del 50% de las normativas legales	3
	Poco eficiente	Cumple entre el 50% y 80% de las medidas establecidas	2
	Eficiente	Cumple mas del 80% de las medidas establecidas	1
	No procede	No existe legislación de amparo	0

Seguidamente se determina la *importancia* o *trascendencia* del impacto generado por aquellas acciones calificadas como significativas, o sea, el peso de cada impacto en relación con los restantes (utilizando para ello la ecuación sugerida por Díaz Aguirre, 2009), según el tipo de impacto, como se muestra en la Tabla siguiente:

Tabla 2.3: Atributos ponderados para evaluar la importancia de los impactos.

Atributos	Ponderación	Atributos	Ponderación
Intensidad	(1) Baja; (2) Media; (4) Alta; (8) Muy Alta	Sinergia	(1) Sin sinergia; (2) Sinérgico; (4) Muy sinérgico
Extensión	(1) Puntual; (2) Parcial; (4) Extenso; (5-8) Crítico	Acumulación	(1) Simple; (4) Acumulativo
Momento (Duración)	(1) Mediano plazo; (2) Largo plazo; (4) Irreversible	Efecto	(1) Indirecto; (4) Directo
Persistencia:	(1) Fugaz; (2) Temporal; (4) Permanente	Periodicidad	(1) Irregular; (4) Periódico
Reversibilidad	(1) Corto plazo; (2) Mediano plazo; (4) Irreversible	Recuperabilidad (Mitigabilidad)	(1) Inmediata; (2) Mediano plazo; (4) Mitigable; (8) Irrecuperable

Fuente: Díaz Aguirre (2009).

De ese modo, en las casillas se reflejan los valores de importancia registrados para cada impacto asociado a una acción significativa del proyecto, sea en su fase constructiva o en su fase operacional.

Seguidamente se agruparon los valores de impacto obtenidos para cada uno de los factores ambientales considerados, lo que permitió finalmente valorar la puntuación total acumulada por cada factor ambiental y con eso, realizar las valoraciones correspondientes sobre las afectaciones provocadas por esta obra de saneamiento de agua, en su área de influencia directa.

A partir de ello se derivaron las recomendaciones correspondientes para su mitigación, las cuales deberán ser atendidas por la Junta de Recursos

Hidráulicos ubicada en Jipijapa, como administradora del recurso agua en la región y como tal, del proyecto que se estudia en la tesis.

CAPITULO III: ANALISIS DE LOS RESULTADOS

3.1- Línea Base y Diagnostico Ambiental del Área de Influencia Indirecta del proyecto

El objetivo de la caracterización de la Línea base es definir la situación ambiental en la que opera el proyecto, sobre la base de un diagnostico general de los distintos factores ambientales: abióticos, bióticos, socioeconómicos y cultural.

3.1.1- Aspectos físicos

3.1.1.1- Geología y Tectónica

La litología predominante en el área donde se ubica la ciudad de Jipijapa está representada por grandes espesores de rocas sedimentarias de origen terrígeno y volcánico: las arcillas, lutitas, areniscas y conglomerados se hallan frecuentemente intercaladas por lavas, indicando la acción de intrusiones ígneas y erupciones volcánicas que alteraron la composición original de esas rocas, las que son genéticamente muy vulnerables a la erosión y los deslizamientos, una vez que pierden la protección de la cobertura vegetal y el débil horizonte de suelos que las caracteriza. Esto es favorecido por factores como: las características físico-mecánicas de las rocas, y su nivel de fracturamiento y meteorización.

Además, este territorio forma parte de una de las regiones con mayor vulnerabilidad sísmica del planeta, por su ubicación en el contacto de las placas tectónicas de Nazca y América del Sur.

3.1.1.2- Geomorfología

El relieve de la subcuenca del río Jipijapa es abrupto, conformado por un valle estructural ocupado por el río (donde se asienta la ciudad antigua) y un sistema irregular de altas colinas de origen estructural y denudativo en su periferia, caracterizadas por sus pendientes muy fuertes y una creciente disección de las superficies expuestas (formación de quebradas). Además, en el Valle de Jipijapa termina la cordillera de Colonche y sus montañas litorales siguen hacia la bahía de Caraquez.

El crecimiento desordenado de la ciudad se ha extendido a estas colinas periféricas, donde se ha alterado la dinámica geomorfológica natural (con

procesos exógenos propios de la zona tropical como la activa meteorización, erosión lineal y en laminas, disolución química de las rocas y otros)

3.1.1.3- *Clima*

Según datos del Atlas Geográfico Universal y del Ecuador, y del Anuario Meteorológico de INAHMI, las condiciones climáticas de la región están influenciadas por su posición geográfica en relación con la línea ecuatorial y la corriente fría de Humboldt, así como el relieve. Así, la precipitación media anual en la provincia de Manabí es de 1060 mm, pero muy desigualmente distribuida dentro del año (existe un periodo seco extendido entre Julio y Noviembre, donde se registra solo el 18% de las precipitaciones anuales, y otro húmedo, entre Enero y Mayo, en el que se concentra el 82% restante).

Paralelamente, existe una desigualdad en el volumen de lluvias que se registra en el sector noreste de la provincia (media de 2500 mm por año en la cuenca superior del río Daule), en relación con el sector suroeste (500 mm anuales en la región del cantón Puerto López). Igualmente, durante eventos como El Niño, se intensifica mucho el valor de precipitaciones en la región y en todo el país.

La temperatura media es relativamente baja (por la influencia de la corriente marina fría de Humboldt) y constante (24.9 °C, con máximas de 25.9°C en Marzo y mínimas de 24°C en Agosto). Es de destacar que los valores más altos de temperatura corresponden a los meses invernales que son los de mayor precipitación, mientras los más bajos se producen en la época de verano).

Igual comportamiento tienen la humedad relativa (con una media de 81%) y la evaporación media anual (1160 mm).

La contaminación por polvo y material particulado en suspensión procedente de la combustión de los vehículos y la maquinaria, es un hecho en Jipijapa, pero no se logró cuantificar el nivel de afectación por carecer del equipamiento necesario. Tampoco se logró conocer esa afectación en el área de influencia directa del proyecto, aunque la jardinería en Caza Lagarto, así como la abundante vegetación que rodea a las estaciones de bombeo, no generan un problema significativo en esas áreas. Ya en la Planta de San Manuel, la actual falta de cobertura vegetal debido a las obras de protección de taludes, sí provocan concentraciones apreciables de polvo durante la época de seca.

En relación con el ruido, el nivel de presión sonora equivalente (NPS) para zonas industriales regulado por norma ecuatoriana, es de 70 NPS entre las 6.00 y las 20.00 horas, y de 65 NPS entre las 20.00 y las 6.00 horas. En los generadores eléctricos ubicados tanto en la obra de captación como en las estaciones de bombeo a lo largo de la conductora, alcanza los 75 NPS cuando están trabajando a potencia máxima los motores, por lo que supera la norma establecida.

3.1.1.4- Hidrología e Hidrogeología

Desde el punto de vista hidrológico, Ecuador ha sido dividido en cuatro regiones: Islas Galápagos, Oriente (cuenca amazónica), La Sierra (Montañas de los Andes) y La Costa (planicie costera), cada una con características muy diferentes en cuanto a disponibilidad de agua superficial y subterránea para el consumo humano, aunque un 65% aproximadamente de las fuentes que abastecen a los sistemas urbanos son superficiales.

La hidrografía del área está representada por el río Jipijapa, que atraviesa la ciudad para desembocar finalmente al océano Pacífico por Puerto Cayo. Este río tiene algún caudal solo en los meses de lluvia, y se halla fuertemente contaminado por los efectos de su paso por el centro de la ciudad de Jipijapa.

Desde el punto de vista hidrogeológico, en la región donde se halla Jipijapa existen acuíferos regionales principalmente, formados en sedimentos Cuaternarios de rocas clásticas no consolidadas o poco consolidadas (arcillas, arenas, areniscas, y conglomerados), generalmente con alta permeabilidad (lo que explica en parte sus aguas salobres o salinas, de escasa calidad). Su recarga ocurre gracias a las precipitaciones y la infiltración de los ríos, como ocurre en los acuíferos de la Formación de Tablazos, en la que se han construido pozos artesanos.

Características hídricas del área de influencia directa del proyecto

El río Portoviejo, del cual se capta el agua de abasto de Jipijapa, drena un área de 2076.8 Km², estando conformado por 48 subcuencas de diferentes tamaños (la cuenca de Poza Honda, en la parte alta de la cuenca principal del río Portoviejo, tiene 157.5 Km², un 7.6% del total de la cuenca, por lo que la capacidad de regulación de flujos no es grande). Esa parte alta se extiende hasta la parroquia Lodana.

A ello se agrega que afluentes como el río Chico y los Esteros Lodana y Bachillero (cuyas subcuencas tienen una extensión de 585, 293.2 y 176.1 Km², respectivamente), carecen de regulación, por lo que representan los principales responsables de las inundaciones, la sedimentación y las palizadas que se presentan en el valle, aguas abajo.

Entre las principales alteraciones del medio asociadas a la actividad humana en la cuenca se hallan:

- represamiento de aguas en áreas con abundante vegetación, que ocasiona una intensa descomposición de los vegetales y la producción de un alto valor de materia orgánica,
- deforestación de las riberas de los manantiales, favoreciendo la erosión del suelo, con aumento de material acarreado hacia el agua (Figura 3.1), provocando turbidez y azolvamiento de los cauces. El valor de sólidos totales en el río Portoviejo se ha calculado en 13 075 Ton/año, según el Diagnóstico Ambiental elaborado en el año 2007 por el Gobierno Municipal de Portoviejo.
- deficientes sistemas de evacuación de residuos líquidos (esencialmente domésticos y lixiviados), ya que no existe tratamiento de depuración de aguas), los que son descargados al río Portoviejo: más de 15 500 000m³/año de aguas servidas, con DBO y DQO de 7.312,14 y 13.161,84Kg/año, respectivamente).
- presencia creciente de plaguicidas en la agricultura que se practica en la franja de influencia directa sobre el cauce: ya se han registrado aplicaciones de casi 40 kg/Km²/año en algunos sectores.
- eutrofización del embalse de Poza Honda (crecimiento exuberante de macrofitas y algas, saturando en oxígeno la capa de agua superficial, pero empobreciendo las mas profundas (precisamente es de esas capas profundas del embalse que recibe aguas el río Portoviejo, o sea, agua con alto déficit de oxígeno disuelto y carga orgánica derivada de los detritos del embalse).

3.1.1.5- Suelos

Para el análisis de los suelos del área periférica de la ciudad y la zona de influencia directa del proyecto, fue utilizada la información del por el Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG, 1979), específicamente la carta Jipijapa, a escala 1:200.000.

De las 1457,87 ha ocupadas por el área urbanizada, un 8,06 % esta ocupado por suelos Aluviales no diferenciados, los que se ubican en las márgenes del

rio Jipijapa. Se trata de suelos muy fértiles, ubicados en relieve casi plano, pero su uso está muy limitado por la urbanización.

El resto del área está formada por suelos arcillosos, franco-arcillosos a francos, en razón de la inclinación de la pendiente sobre la que se desarrollan (que oscila entre 40 a 70% y más del 70% en espacios reducidos como las colinas situadas al frente de la UNESUM. Pero todos son poco profundos y erosionados, con un contenido de bases reducido y una capacidad agrologica baja.

En lo referente al uso, los suelos de las colinas periféricas de la ciudad, con pendientes mayores a 70%, están sujetos a fuertes procesos erosivos de origen hídrico, ya que aunque pendientes mayores al 25% no son aprobadas para la agricultura, existe la practica de deforestar las vertientes para sembrar cultivos de ciclo corto (especialmente maíz), provocando un desgaste paulatino del suelo por efecto de la erosión hídrica y eólica.

Esto se ha agudizado con la crisis agrícola del sector rural, responsable de las invasiones del campo a la ciudad, donde los "invasores" ocupan los espacios de riesgo de las colinas periféricas, acentuando los riesgos de deslizamiento ya existentes por la deforestación a que han estado sometidas estas áreas durante décadas.

Otros problemas son las obras viales sin protección de taludes y la extracción de materiales de las canteras. Ambos, además de destruir el paisaje natural con toda su estructura, provocan consecuencias graves para las áreas vecinas, por la emisión de polvo y aguas cargadas de sedimentos (llegando a inundar las casas y calles de las zonas bajas de la ciudad y colapsar el sistema de alcantarillado pluvial). Los deslizamientos y las inundaciones son los eventos de riesgo más dañinos de la ciudad.

Una situación similar ocurre en la cuenca del rio Portoviejo, del cual se capta el agua de la ciudad: solo baste indicar que el valor de turbidez que llega a la Planta de tratamiento de San Manuel alcanza los 3500 BTU como evidencia de la degradación de los suelos arcillosos que predominan en la cuenca, donde la inclinación de las pendientes predominantes oscila entre 25 y 40%.

3.1.1.6- Aspectos bióticos

Además de la deforestación masiva, en la periferia de la ciudad, existen afectaciones a la fauna autóctona de la región, con desaparición de algunas

especies debido a la destrucción de sus hábitats por el progresivo avance de la agricultura de ciclo corto y las construcciones de viviendas. Entre esas especies pueden citarse: *Bradypus variegatus* (Perezoso); *Dasypus* Sp (Armadillo); *Harpia harpija* (Gallinazo Rey); y *Falco Peregrinus* (Halcón peregrino), entre otros

En relación con la situación imperante en la cuenca del río Portoviejo, el diagnóstico realizado por las autoridades de esta ciudad sobre el bosque declarado como "protector de suelo y agua" en la cuenca (Gobierno Municipal de Portoviejo, 2007), reveló que aunque el mismo mantiene algo más del 50% en estado bastante conservado, dentro de la restante superficie protegida se desarrollan actividades agrícolas (que afectan al 25% (1000 h), y ganaderas (otro 12% del área total protegida, con unas 500 ha). Es de resaltar que las áreas de pastos y agrícolas crecen mediante la tradicional práctica de tala rasa del bosque natural primario con fines agropecuarios.

3.1.1.7- Paisaje

Atendiendo a la clasificación utilizada por J. Mateo (2000), existen dos tipos de paisajes principales en la zona de la ciudad: el paisaje construido urbano (propio de las zonas de urbanización más compactas), y el paisaje rural de la periferia, también construido, pero con casas dispersas y cultivos intercalados, así como lotes sin ocupar por infraestructuras, todo lo cual permite considerarlo como antropo – natural.

Los principales problemas ambientales relacionados con el paisaje, son los siguientes:

-Impacto visual negativo del paisaje urbano provocado por un descontrolado proceso de ocupación de suelo, unido a la falta de criterios urbanísticos en las obras, así como la desorganización del comercio informal.

-Impacto visual negativo de los paisajes suburbanos debido a diversas causas, especialmente la deforestación, las excavaciones realizadas para nivelar empinadas vertientes con vistas a construir pequeñas casas, y las propias casas de caña guadua.

3.1.2- Aspectos socioeconómicos

El actual cantón Jipijapa, que ocupa una extensión de 1.420 Km² limita al norte con los cantones Montecristi, Portoviejo y Santa Ana; al sur con el cantón Paján

y la provincia de Guayas, al este con los cantones 24 de Mayo y parte de Paján y al oeste, con el Océano Pacífico. Este cantón se halla dividido en tres parroquias urbanas y siete rurales.

Se cree que el nombre de Jipijapa se debe a que en el siglo XV, la región estuvo habitada por la tribu indígena Xipixapa. El emplazamiento actual de la ciudad data de 1605, aunque el cantón Jipijapa surgió a la vida política en 1806, con sus tres parroquias de entonces: Jipijapa, Julcuy y Paján, desarrollando el cultivo del café hasta convertirse en "La Sultana del Café" (por producir alrededor del 10% de producción nacional).

Pero ese esplendor ha ido acabando en estos últimos años por la crisis del modelo agro exportador de productos primarios (principalmente café, cacao y maíz) y el deterioro de los rendimientos en las plantaciones (provocando una reducción considerable de la demanda de fuerza de trabajo, con su impacto en la migración interna y externa, y en el envejecimiento poblacional). Esa baja productividad es consecuencia de la deforestación y degradación de los suelos, los fenómenos naturales, la ausencia de sistemas de riego, y la inadecuada asistencia técnica y ofertas de crédito.

Aunque hoy la ciudad es un centro de comercios y servicios, con importantes instituciones que contribuyen al desarrollo local, como la Junta de Recursos Hidráulicos y la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), su agricultura ha ido perdiendo las variedades tradicionales a favor de las importadas, generando un serio riesgo de encarecimiento del proceso productivo e incremento de la dependencia de empresas transnacionales.

3.1.2.1 - Población

Según los datos oficiales mas recientes (INEC, 2001), la población del cantón Jipijapa en el año 2001, representaba el 5,5% de la población total de la provincia de Manabí, con un ritmo de crecimiento negativo en el último período de referencia de ese Censo (1990-2001), ascendente al -0,5% promedio anual. En el área urbana de Jipijapa se concentraba un 54,08% de la población de la parroquia: 36.078 habitantes (17.558 hombres y 18.520 mujeres), mientras que en la periferia de la ciudad vivían otras 8.782 personas (4.678 hombres y 4.114 mujeres), o sea, el 13,35% de la población total del cantón. El área rural, conformada por las restantes parroquias del cantón, tenía el 45,2% restante de

la población: 29.718 habitantes, de ellos 15.839 hombres y 13.879 mujeres (Tabla 3.1).

Tabla 3.1: Distribución de la población del cantón Jipijapa por parroquias

Parroquias	Total	Hombres	Mujeres	%
Jipijapa (Urbano)	36.078	17.558	18.520	54,8
Periferia	8.782	4.678	4.114	13,35
América	2.903	1.578	1.325	4,4
El Anegado	6.372	3.388	2.984	9,7
Julcuy	1.994	1.016	978	3,05
La Unión	1.974	1.016	956	3,0
Membrillal	1.026	578	448	1,55
Pedro P. Gómez	3.515	1.878	1637	5,35
Puerto Cayo	3.142	1.705	1437	4,8

Fuente: Censo poblacional 2001 (INEC).

A pesar de que existían en el momento 21.808 mujeres en edad fértil, la población no crecía aceleradamente, ya que se comenzaban a sentir los efectos del control de natalidad (aunque también influía el alto índice migratorio dentro y fuera del país).

3.1.2.2- *Uso del suelo*

La causa de la erosión y de los deslaves en las colinas que circundan la ciudad, es la deforestación de las laderas, así como la falta de medidas de protección de taludes en las obras viales recientes (particularmente la vía Manta-Guayaquil, cuyos sedimentos de deslave y erosión obstruyen la circulación de vehículos en algunas ocasiones durante la época de lluvias).

En las abundantes colinas de la región jipijapense se han estimado valores de 10.000 ton/km²/tormenta (unos 3.5 mm/año de pérdida de suelo), lo que se acentúa con la acelerada tendencia de la concentración urbana acelerada tendencia a la concentración urbana, utilizando estilos arquitectónicos y formas de ocupación del terreno que incompatibles con cualquier criterio de conservación ecológica o de diseño urbanístico

Como consecuencia, durante la época de lluvias se genera una producción masiva de sedimentos que son fácilmente arrastrados por las escorrentías, lo que unido a los deslaves producidos, inundan las partes bajas y planas de la ciudad (ya que el sistema de alcantarillado que debería recoger las escorrentías ha sido diseñado y construido para otras condiciones, resultando incapaz de absorber los deslaves pues las cámaras se obstruyen con el lodo).

3.1.2.3- *Servicios básicos*

Educación

La infraestructura educacional del cantón cuenta con 22 escuelas, 24 colegios y una universidad. Pero su problema mas serio es la débil atención al desarrollo educacional, pues la inversión en el sector tradicionalmente ha sido mínima (llegando a \$ 129,00 por alumno/año, uno de los presupuestos mas bajos de América Latina), no respetando el mandato constitucional de asignar el 30% del Presupuesto General del Estado a este servicio). Como resultado, uno de los problemas sociales principales del cantón es el analfabetismo (que alcanza un 8,1% .en el área urbana).

El promedio de años aprobados por la población de 10 años y más (escolaridad media) para el Cantón Jipijapa, es de 5,9 años, aunque muy superior en el área urbana (7,6 años) respecto a la rural (3,9 años), con un ligero margen de ventaja para las mujeres sobre los hombres (6 y 5.9 años, respectivamente).

Salud

En el año 2001 las enfermedades más frecuentes que se registraron en el cantón aparecen en la **Tabla 3.2**, donde se aprecia que las infecciones respiratorias agudas (IRA), las Parasitosis, las infecciones de las vías urinarias (IVU) y las enfermedades diarreicas agudas (EDA), son las más importantes por su grado de incidencia, afectando especialmente a la población infantil, que es la más vulnerable. Entre las principales causas de enfermedades están: la falta de agua potable y servicios básicos, además del incumplimiento de las normas de higiene y la falta de acciones de educación para la salud por parte de las instituciones encargadas.

Tabla 3.2: Enfermedades más frecuentes registradas en el cantón durante el 2001, por intervalos de edades

Tipo	0 - 1		1-4		5-14		15-49		50 y más		TOTAL	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
IRA	830	783	1148	1147	172	213	96	194	44	74	2340	2411
EDA	328	252	327	291	26	30	29	49	7	6	717	628
Parasitosis	13	20	520	643	1283	1221	146	270	36	59	1998	2213
Enfermedades de la piel	121	124	206	212	121	142	42	114	33	25	523	647
IVU	8	8	25	51	49	148	87	715	119	75	916	1077
Anemia	1	2	21	32	121	99	31	89	16	42	190	264
Paludismo	2	2	14	7	44	22	86	78	32	25	178	234
Desnutrición	15	13	14	41	3	3	0	2	0	0	62	50
Hipertensión Arterial	0	0	0	0	5	0	29	25	35	67	71	92

Fuente: Dirección Provincial de Salud de Manabí-2002

En el periodo 1994-1999, la relación entre el nivel de instrucción y la tasa de fecundidad en mujeres de 15 a 24 años en la provincia de Manabí, registró una media de 3.9 hijos por mujer en aquellas que no tenían ninguna instrucción, o

solo una instrucción primaria. Ya para mujeres con instrucción secundaria, la tasa era de 3.0 hijos y para las de nivel superior, de 2.0 (PDL, 2001). Por otra parte, del total de partos registrados, cerca del 45% no tuvieron asistencia profesional, recurriendo a auxiliares de enfermería, comadronas y familiares.

Según el inventario realizado por el autor, en la zona urbana se concentra el hospital público, un dispensario del IESS, un Centro de Salud para atención primaria, además de las clínicas particulares especializadas. Sin embargo, la falta de personal es un grave problema para la salud, pues según el Plan de Desarrollo Estratégico del cantón Jipijapa (actualización del 2006), en ese momento se disponía de: un médico por cada 901 habitantes, un odontólogo por cada 2349 y un obstetra por cada 10.966 habitantes. Además, solo tenía una Licenciada en Enfermería por cada 2.530 habitantes

Resumen de la problemática de salud: Los problemas diagnosticados se asocian a las debilidades de las políticas relacionadas con el servicio básico:

- Insuficiencia de infraestructura (dispensarios, y unidades médicas)
- Limitada atención especializada y oportuna por el escaso número de profesionales de salud (especialmente en áreas como Ginecología, Obstetricia, Geriatria, salud materno-infantil, entre otras).
- Baja calidad en la atención y servicios, por falta de equipamiento, limitado abastecimiento y falta de personal técnico (profesionales).
- Escaso conocimiento sobre educación sexual que propicie la capacitación en educación sexual y reproductiva, salubridad y otros temas, a la población vulnerable.
- Escasa supervisión por parte de los organismos de salud

Acueducto y calidad de aguas

Aunque el sistema de abasto por acueducto a la ciudad de Jipijapa tiene una cobertura del 90% (solo no llega a algunas partes altas de asentamientos recientes) y que la calidad del agua de consumo es buena en sentido general, se sufren los efectos de la ausencia de políticas orientadas al ahorro de agua (estimulando el desperdicio domiciliario, con la agravante de que en la ciudad no se cobra el servicio). Así, la demanda se suple con mayores y más costosas inversiones para captar y tratar agua cruda (como la que ocupa la atención de

la tesis), en vez de regular el manejo y la demanda, con los beneficios ecológicos y ambientales que ello provocaría.

Por otra parte, la calidad del agua en el territorio que incide sobre el sistema de captación (o sea, la cuenca superior del río Portoviejo), no es adecuada: además de la carga orgánica del río, ocurre una contaminación indirecta de los acuíferos subterráneos de alimentación fluvial, debido al bombeo excesivo en pozos de abasto a la agricultura, ganadería y asentamientos humanos de la cuenca (el bombeo excesivo genera un incremento de la rata de flujo de agua, de modo que se reduce el efecto purificante de la filtración a través del estrato permeable, y el agua contaminada alcanza los pozos).

Alcantarillado Sanitario

La cabecera cantonal de Jipijapa tiene una red de alcantarillado sanitario construida en los años de 1983 a 1984 por la Junta de Recursos Hidráulicos con tuberías de hormigón simple, en su mayoría, y una pequeña parte de plástico (PVC), tiene una extensión aproximada de 110 Km. con diámetros que varían entre 200mm. y 600mm. y un emisario de longitud de 4 Km aproximadamente, de diámetro 600mm. que descarga en las lagunas de estabilización de la planta de tratamiento de aguas servidas, ubicada en el sitio Joa, y desde la planta al río Jipijapa. Este sistema sirve aproximadamente al 95% de toda la población, sin embargo a esta fecha está cumpliendo su vida útil.

Los asentamientos recientes de la ciudad y las poblaciones de las zonas rurales eliminan las aguas servidas, en su gran mayoría, a través del sistema de pozos ciegos, con la utilización de letrinas que son de uso común en las viviendas.

Alcantarillado Pluvial

La ciudad de Jipijapa, tiene una red de recolección de aguas pluviales de 90 Km. de longitud aproximadamente, con tuberías de hormigón simple entre 200 y 900mm de diámetro, cuya descarga se hace directamente al río Jipijapa.

Transporte y vialidad

El sistema vial del cantón y de la propia ciudad y su periferia, se encuentra en malas condiciones (con excepción de las vías de primer orden que conectan a

la ciudad con el resto de la provincia y el país, aunque en ellas no se han concluido las obras de protección de taludes).

Dentro de la ciudad, las calles y avenidas tienen en general un mal estado técnico debido a sus problemas de diseño (solo una capa de asfalto, sin suficiente base pétreo previa), así como a los efectos de la falta de mantenimiento, los salideros del sistema de acueducto, las indisciplinas sociales en relación con la construcción de obras particulares y otros factores

3.1.3- Identificación de zonas sensibles

Para las dos áreas de influencia del proyecto (indirecta y directa), existe una alta sensibilidad ante eventos sísmicos. No obstante, la ciudad en su conjunto es un caso especial, ya que mas del 80% de las construcciones presentan alta vulnerabilidad sísmica, por estar ubicada en una de las regiones del planeta donde ocurre contacto de subducción entre placas tectónicas: la placa de nazca y la placa suramericana.

Dentro de la ciudad y en su periferia, como área de influencia indirecta del proyecto, se presentan las siguientes zonas sensibles:

a)-Zona central de la ciudad: el desorden de la actividad comercial genera múltiples problemas, entre los cuales merecen destacarse la insalubridad derivada del inadecuado manejo de los desechos sólidos, y los riesgos de contaminación de los alimentos a ello asociado.

b)-Ciudadelas construidas en las colinas periféricas: por el alto riesgo de deslizamientos, la erosión acelerada de las calles lastradas por falta de alcantarillado, la falta de infraestructura para la evacuación de residuales líquidos y sólidos, y el no cumplimiento de patrones de desarrollo urbanístico esenciales, entre otros.

En el área de influencia directa del proyecto:

a)-Zona sensible de la cuenca del río Portoviejo: Los bosques protectores de suelo y agua en la cuenca están habitados por unas 10 000 personas que viven en condiciones de extrema pobreza, lo que acentúa la presión sobre los recursos naturales del bosque. Pero la presión mayor procede de la expansión de la frontera agrícola, producto de la cual la tasa de deforestación es de 3% , lo que incentiva la desertificación.

b)-Vía de acceso a las estaciones de bombeo instaladas entre Caza Lagarto y la Planta de tratamiento de San Manuel: por la intensa erosión en las laderas contiguas a la vía (deforestadas en su mayoría para plantar cultivos de ciclo corto), y los constantes deslaves que obstaculizan la circulación durante la época de lluvias.

c)-Instalaciones de Caza Lagarto, por la subutilización de la infraestructura creada con una concepción de sobredimensionamiento, así como por la falta de limpieza de las malezas y la laguna de decantación, que crea riesgo de salud para los 12 empleados de la instalación (debido a los vectores) y riesgo para la biodiversidad fluvial (por el ingreso de aguas con muy alta turbiedad desde la planta de pre tratamiento del lugar).

Todo lo anterior pone de manifiesto la necesidad de fortalecer al máximo las acciones a favor de una efectiva comunicación en materia ambiental en la ciudad, aprovechando los medios existentes, los cuales poco o nada hacen en este tema. Paralelamente, dar la prioridad que merece a la Educación Ambiental de la población en estas zonas, especialmente mediante vías no formales, teniendo en cuenta su bajo nivel de escolaridad y elevada tasa de analfabetismo destacados anteriormente en esta tesis.

3.2- Evaluación del impacto ambiental del proyecto estudiado.

:

3.2.1- Descripción del proyecto.

El área de intervención es de 19.300 m^2 (4,1 ha)

Destinación: Ampliar el sistema de conducción de agua potable que abastece a la ciudad de Jipijapa para alcanzar los 150 l/s de caudal.

A partir de la anterior necesidad, la Junta de Recursos Hidráulicos y Obras Básicas de los cantones de Jipijapa, Paján y Puerto López, elaboró un proyecto para construir nuevas obras de captación y bombeo de agua cruda, incluyendo una nueva planta de tratamiento.

El sistema está conformado integralmente por:

a)- las obras de captación (**Figura 3.1**), ubicadas en el sitio conocido como Caza Lagarto (del cantón Santa Ana), en la margen izquierda del río Portoviejo, aguas abajo de la presa Poza Honda (que regula los caudales de estiaje y crecida para el sistema de la ciudad de Manta), y 1000 m. aguas arriba de la

presa de derivación de Santa Ana (parte del sistema de riego Santa Ana-Portoviejo).

b)-el sistema de bombeo de agua cruda (**3.2**),diseñado para 150 l/s en condiciones de caudal mínimo de bombeo, pérdidas máximas de carga y altura máxima de succión, está conformado por los cárcamos, la estación y su equipamiento mecánico y eléctrico (tres bombas en paralelo de 75 l/s, para facilitar la limpieza de sólidos depositados, reparaciones y mantenimientos), y la conductora hasta el tanque sedimentador. El trazado de las tuberías de conducción se adoptó en función de la ubicación de las obras de captación y del tanque sedimentador.

c)-la planta de pre tratamiento, provista de tanques sedimentadores (**Figura 3.3**) y tanques de filtro grueso o rápido (**Figura 3.4**), destinada a ofrecer un primer tratamiento al agua captada, consistente en enviarla a los sedimentadores para recibir un tratamiento físico que consiste en pasar el agua por estas unidades para lograr una decantación natural por pérdida de velocidad, permitiendo que la arena y las partículas más grandes se depositen en el fondo de los sedimentadores. Posteriormente pasa a un sistema de filtración compuesto por tres capas o lechos filtrantes de arena y grava, para retener parte de la arcilla y el material grueso que haya pasado a través de los sedimentadores.

Es de destacar que desde el proyecto se previó una insuficiente disipación de la energía de los caudales de ingreso (por la disposición de la tubería de ingreso a los tanques sedimentadores), que podría afectar la disipación de energía y la operación de los mismos.

d)-las estaciones de bombeo de agua pre tratada: al salir de los filtros, el agua es inmediatamente bombeada hacia la planta de tratamiento a través de dos líneas de conducción (una de 355 mm de diámetro con tubo de PVC y otra de hierro dúctil de 300 mm de diámetro). Después de un recorrido de 8.9 Km, llega a la primera de las estaciones de bombeo, ubicada en el sitio conocido como Las Balsas. En total son tres de estas estaciones en el recorrido de 40 Km antes de llegar a la planta: Las Balsas, Las Anonas y Guesbol.

e)-la planta de tratamiento final, consistente en una estación compacta Degrémont de tipo "Cristal M" con un turbocirculador y tres módulos de clarificación:

Alturbocirculador (**Figura 3.5**) llega inicialmente el agua para ser tratada con sulfato de aluminio, polímero y cloro gas, antes de entrar a los módulos. El mismo posee una cámara central de floculación equipada con una turbina de flujo vertical ascendente, encargada de generar una fuerte recirculación de lodo desde el exterior para el interior de la cámara, y mezclar ese lodo con los reactivos y con el agua cruda, buscando garantizar una perfecta floculación.

En cada uno de los tres módulos de clarificación (**Figura 3.6**) están agrupadas todas las etapas de un tratamiento clásico de clarificación, o sea: la mezcla de reactivos al agua captada en la fuente, la floculación, la decantación y la filtración).

Según Degrémont (2005), cada módulo estándar comprende:

- un compartimiento de floculación dotado de un floculador mecánico de tipo turbina axial, con un concentrador de lodo en su parte inferior;
- un compartimiento de decantación constituido por un decantador de tipo lamelar con concentrador de lodo en su parte inferior y tubería de descarga;
- un compartimiento de filtración dotado de filtro de antracita que es lavado en contra corriente con agua y aire comprimido.

La información topográfica utilizada en los diseños correspondió a un levantamiento al efecto en el área de captación y bombeo de Cazalagarto, realizado para la planta de pre tratamiento. Para el diseño se adoptó el nivel de fondo del cauce del río Portoviejo en el sitio de captación (49 msnm). En periodos críticos de estiaje, los niveles de agua en el sitio de captación son controlados por las compuertas de la obra de derivación del sistema de riego Santa Ana - Portoviejo, que asegura un nivel mínimo de operación (50,04 msnm).

El nivel máximo es de 52,80 msnm en la cresta de las obras de captación, considerando un caudal de crecida de $189 \text{ m}^3/\text{s}$ (como el registrado en el evento El Niño de 1982-1983). Las obras de captación se complementan con muros frontales y de ala, además de los gaviones de estabilización de cauces. Al reconocer la dependencia del manejo de los sistemas hidráulicos de Poza Honda y Santa Ana-Portoviejo, el proyecto recomienda una constante cooperación con los administradores de esas obras.

3.2.1.1- Área de Influencia

Considerando el grado de interrelación que tendría el Proyecto con las distintas variables socioambientales, el área de influencia se subdividió en dos: directa e indirecta. Esta subdivisión permitió tener una mayor comprensión y facilidad de análisis de la situación ambiental de la zona.

El *Área de Influencia Directa del proyecto* estuvo conformada por las infraestructuras aledañas a la obra de captación y al transepto de la conductora hasta la Planta de Tratamiento, así como los alrededores de la Planta. En este caso se debieron considerar los habitantes ubicados en los caseríos de Caza Lagarto, Las Balsas, Naranjal, Las Anonas, Chade y San Manuel.

Adicionalmente se dispusieron facilidades temporales para los constructores en Caza Lagarto y San Manuel, como bodega, albergue y taller de mecánica, las que fueron demolidas al finalizar las obras y el espacio que ocupaban se embelleció con jardines, como parte de las medidas de compensación (aunque en San Manuel ese proceso no ha terminado, pues actualmente se ejecutan obras de protección de taludes)..

La obra contó con una vía de acceso principal (Colon-Quimiz), aunque se agregaron otras vías secundarias (la mayoría lastradas), para acceder a las estaciones de bombeo (donde se colocarían electrogeneradores para suplir las continuas interrupciones del servicio eléctrico), así como a la propia Planta de tratamiento de San Manuel.

El *Área de Influencia Indirecta* corresponde a la ciudad de Jipijapa y al conjunto de áreas afectadas por impactos indirectos como resultado del desarrollo inducido por las obras del sistema de tratamiento: la Planta, caminos mejorados, empleo temporal y permanente, mejoría de la calidad y nivel de vida, entre otros. Adicionalmente, las viviendas situadas en los alrededores, sufrieron los impactos negativos asociados al ruido y al material particulado de la fase de construcción (es de destacar que no existían medidas de mitigación de los impactos hacia la comunidad del sector).

3.3- Normatividad ambiental y/o jurídica para el proyecto

Ante todo, se analiza el régimen jurídico de protección para la cuenca del río Portoviejo, tradicional fuente de abasto de Jipijapa a través de la presa Poza Honda, que abastecía a la ciudad antes de construirse el sistema de captación de Caza Lagarto, como parte del proyecto estudiado en la tesis.

Para proteger las presas Poza Honda y La Esperanza (en el río Chone), se estableció por Decreto publicado en el Registro Oficial N. 82 del 16 de junio de 1972, la protección de los bosques ubicados en la cuenca del río Portoviejo (especialmente sus zonas de montaña, donde se originan las corrientes que influyen sobre la represa de poza Honda). Se trata entonces de "bosques protectores" que abarcan unos 175 km². También por la Resolución No 026 del 27 de mayo de 1994, se declaró como "bosque y vegetación protectores" a otra superficie de 4.045 hectáreas.

Estas medidas se sustentan hoy en la Ley Forestal, en cuyo Capítulo I, el primer artículo establece que constituyen "patrimonio forestal del Estado", las tierras forestales de su propiedad, los bosques naturales que existan en ellas, los cultivados y la flora y fauna silvestres; así como los bosques que se hubieren plantado o se plantaren en terrenos del Estado, excepto los formados por colonos y comuneros en tierras en posesión. También esta Ley incluye a las tierras del Estado que son marginales para el aprovechamiento agrícola o ganadero y por supuesto, todas las tierras que se encuentren en estado natural y que por su valor científico e influencia en el medio ambiente, para efectos de conservación del ecosistema y especies de flora y fauna, deban mantenerse en estado silvestre.

La legislación relacionada con el uso del agua, incluye ante todo a la Ley de Prevención y Control de la Contaminación, donde son de especial interés los siguientes artículos:

Art. 16: prohíbe infiltrar al terreno o descargar (al alcantarillado, quebradas, acequias, ríos, lagos o al mar), aguas residuales con componentes nocivos a la salud humana, a la fauna o a las propiedades.

Art. 17: faculta al INERHI para elaborar los proyectos de normas técnicas y regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales,

Art. 18: designa al Ministerio de Salud para fijar el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargar en el cuerpo receptor (cualquiera sea su origen) y

Art. 19: faculta al Ministerio de Salud para supervisar la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de la Ley.

La normatividad ambiental de interés relativa al ruido, aparece en el Libro VI, Anexo 5 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), donde aparecen los límites permisibles de niveles de ruido en el ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles y para vibraciones.

Otros documentos de referencia para el proyecto en análisis, son las Normas Técnicas Ecuatorianas (NTE) dictadas por el Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN), en especial:

- la Norma INEN 2266 - 2288 "Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo"

- la Norma INEN 2266:2000: "Transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos. Requisitos"

- la Norma INEN 2288:2000: "Productos químicos industriales peligrosos. Etiquetado de precaución. Requisitos."

Finalmente, resulta básica para el proyecto la legislación ambiental ecuatoriana que aparece en el Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULAS), especialmente el Libro V (donde aparece el Reglamento para la prevención y control de la contaminación por desechos peligrosos) y varios de los Anexos del Libro VI:

- en el Anexo 1, la Tabla 6 (Calidad de aguas para riego)

- en el Anexo 2, la Norma de calidad Ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados.

- el Anexo 3 Control y Mitigación de Gases de Combustión y Material Particulado desde Fuentes Fijas

Libro VI Anexo 5 Ruido Causado por Generadores Eléctricos y Calderos

3.4.3- Identificación y evaluación de impactos ambientales en el Área de influencia directa del proyecto: fase de construcción

Como paso previo a la evaluación de los impactos ambientales generados durante la etapa o de de construcción del proyecto, se identificó el conjunto de acciones de intervención que el documento de proyecto estipulaba, agrupándolas en los siguientes grupos:

- a)- Construcción de campamentos de apoyo para almacenes de insumos y otras facilidades para los operarios (en Caza Lagarto y San Manuel).

- b)-Apertura de cantera para material de relleno, en un área aledaña a la obra de captación de Caza Lagarto, distanciada apenas a unos 150 metros del lugar, y próxima al cauce del río Portoviejo.
- c)-Corte y nivelación de superficies para eliminar irregularidades del terreno en San Manuel principalmente.
- d)-Transporte de material de construcción, tanto los insumos, como el material de relleno procedente de la cantera (en Caza Lagarto) y el material excavado en San Manuel para nivelar la superficie donde se ubicaría la Planta.
- e)-Colocación de material de relleno en los espacios ocupados por el actual tanque sedimentador y los filtros, en Caza Lagarto.
- f)-Construcción de objetos de obra: estación de captación, instalaciones de pretratamiento, estación de bombeo, estación generadora, oficinas y casa para guardias.
- g)-Instalación de las redes de abasto eléctrico de 0,44 Kv, extendidas desde la subestación de Lodana hasta Caza Lagarto y desde Jipijapa hasta San Manuel. En las estaciones intermedias de bombeo ya existía la instalación pues el proyecto utilizó la antigua conductora de agua para abasto a Jipijapa desde la presa de Poza Honda.
- h)-Construcción de viales internos en ambos lugares
- i)-Creación de la jardinería (aun sin concluir en la Planta de San Manuel)
- j)- Limpieza y desalojo de las áreas de intervención.

Una vez identificadas las acciones implicadas en la fase de construcción, se estableció una relación causa-efecto entre esas acciones y los diferentes impactos ambientales provocados por cada una de ellas (**Tabla 3.3 anexa**)

Con el fin de determinar cuáles de las acciones que aparecen en la Tabla 3.3 son realmente *significativas* por los impactos que generaron, se evaluó seguidamente el nivel de significación utilizando diversos indicadores de evaluación (**Tabla 3.4**).

Los criterios de ponderación por indicadores, aparecen expuestos en el Capítulo II.

Tabla 3.4: Evaluación de la significación de las acciones del proyecto en su fase de construcción.

Acciones	Indicadores de evaluación de la significación			
	Previsión de operaciones	Gravedad	Medidas	Total

Construcción de campamentos de apoyo	2	2	2	6
Apertura de cantera para material de relleno	3	3	3	9
Corte y nivelación de superficies	2	3	2	7
Transporte de material de construcción	3	1	2	6
Colocación de material de relleno	2	3	3	8
Construcción de objetos de obra	2	3	2	7
Instalación de la red de abasto eléctrico	1	1	3	5
Construcción de viales internos	3	2	2	7
Creación de la jardinería	3	3	3	9
Limpieza y desalojo	3	1	3	7

Fuente: Elaborada por el autor

Como se aprecia en la Tabla 3.4, el valor total obtenido por cada acción, indica su significación. Así, según la frecuencia de manifestación de cada acción del proyecto, se obtienen las categorías de *Significativa* (cuando una acción presenta un valor mayor o igual a 7 puntos), o *Poco Significativas* (cuando es inferior a ese valor). Entonces, las acciones *Significativas* realizadas durante la fase de construcción del proyecto estudiado, fueron:

- Apertura de cantera para material de relleno
- Corte y nivelación de superficies
- Colocación de material de relleno
- Construcción de objetos de obra
- Construcción de viales internos
- Creación de la jardinería
- Limpieza y desalojo

Es evidente que resulta necesario determinar la importancia de los impactos ambientales generados por tales acciones Significativas, por lo que se recurrió para ello a la fórmula propuesta por la profesora Díaz Aguirre (2009), que considera múltiples indicadores interrelacionados, como se aprecia a continuación:

$$Im = \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

El significado de la fórmula es el siguiente:

- **Im**: Importancia del Impacto Ambiental.
- **I**: Intensidad: con valores de (1) Baja; (2) Media; (4) Alta; (8) Muy Alta
- **EX**: Extensión: con valores de (1) Puntual; (2) Parcial; (4) Extenso; (5-8) Crítico
- **MO**: Momento: (1) Mediano plazo; (2) Largo plazo; (4) Irreversible

- **PE**: Persistencia: (1) Fugaz; (2) Temporal; (4) Permanente
- **RV**: Reversibilidad: (1) Corto plazo; (2) Mediano plazo; (4) Irreversible
- **SI**: Sinergia: (1) Sin sinergia; (2) Sinérgico; (4) Muy sinérgico
- **AC**: Acumulación: (1) Simple; (4) Acumulativo
- **EF**: Efecto: (1) Indirecto; (4) Directo
- **PR**: Periodicidad: (1) Irregular; (4) Periódico
- **MC**: Recuperabilidad: (1) Inmediata; (2) Mediano plazo; (4) Mitigable; (8) Irrecuperable

La evaluación de cada uno de los impactos por acción del proyecto, aparece en la **Tabla 3.5 anexa**, donde se evidencia que algunos impactos fueron singularmente destacados (por el beneficio que trajeron para las comunidades, como la generación de empleo y renta), o por el perjuicio causado, como los casos de:

- Pérdida de capacidad de autorregulación del ecosistema durante la apertura de la cantera para extraer material de relleno en Caza Lagarto
- Regulación del flujo superficial del río Portoviejo por la obra de captación
- Creación de micro relieve local por la acumulación de materiales excavados en San Manuel y la extracción de materiales en la cantera.
- Deterioro del paisaje, tanto en la cantera, como en San Manuel
- Sobreexplotación directa e indirecta de recursos naturales, vinculada a un sobredimensionamiento de las obras de apoyo en Caza Lagarto, las cuales están actualmente subutilizadas, generando gastos innecesarios de electricidad, agua y mantenimiento constructivo.

Una vez evaluada la importancia de los impactos, se utilizó la matriz de Leopold para resumir las afectaciones del proyecto sobre los distintos factores ambientales durante su fase de construcción (**Tabla 3.6**).

Como se aprecia en la Tabla citada, el factor ambiental más impactado positivamente por las obras en su fase de construcción fue el antrópico, expresado en el nivel de vida de numerosas familias donde alguno de sus integrantes fue contratado temporalmente para trabajar en las construcciones de la obra de captación o de la nueva Planta de tratamiento.

Con impactos negativos, fue la Ecología la más perjudicada, ya que se destruyeron condiciones de hábitat en tres sectores: la cantera, las instalaciones de captación y el área de la nueva planta de tratamiento.

Por eso los procesos morfodinámicos del relieve también aparecen muy afectados por las obras (destrucción de formas, creación de otras y alteración de los patrones de varios procesos de geodinámica externa, como la erosión y los movimientos de masas en las vertientes) así como la calidad del aire (producto del funcionamiento de la maquinaria utilizada).

Tabla 3.6: Matriz resumen de Impactos ambientales del proyecto en la fase de construcción

Factores Ambientales	Acciones del proyecto								
Calidad del aire		-31	-23	-22					-76
Procesos morfodinámicos	-22				-41				-63
Calidad del suelo		-17	-17						-34
Calidad del agua					-16				-16
Cubierta Vegetal							-41		-41
Fauna.	-29								-29
Ecología	-52							-58	-110
Paisaje	-32				-43			+39	-114
Recursos naturales					-44				-44
Economía					-35				-35
Nivel de vida	+34	+23	+25	+23		+20	+39		+164
Calidad de vida				-20	-23				-43

Fuente: Elaborada por el autor

3.4.4-Identificación y evaluación de impactos ambientales en el Área de influencia directa del proyecto: fase de operación

También en este caso, se identificaron inicialmente todas las acciones involucradas en las operaciones del sistema de tratamiento, que están provocando impactos ambientales negativos o positivos (**Tabla 3.7** anexa).

En esa Tabla 3.7 se puede ver que las acciones actuales fueron agrupadas por procesos, atendiendo al manual de Operaciones existente en la Junta de Recursos Hidráulicos como administradora del sistema:

- Mantenimiento de áreas, instalaciones y equipos de apoyo (casas, equipos de refrigeración, climatización y generación eléctrica)
- Limpieza de tanques sedimentadores
- Rotación de substrato: filtros de pre tratamiento
- Evacuación de lodos en el proceso de captación y pre tratamiento
- Evacuación de lodos en el proceso de tratamiento final en planta
- Tratamiento químico del agua
- Manejo de residuales sólidos peligrosos
- Accionamiento de generadores eléctricos
- Conducción del agua hasta la planta de tratamiento
- Monitoreo del agua tratada
- Construcción de obras de protección de taludes
- Mantenimiento de vías de acceso

Al igual que en el caso anterior, seguidamente se relacionaron las acciones con los impactos ambientales provocados por cada una de ellas, conforme se expresa en la citada Tabla 3.7.

La determinación de las acciones significativas se hizo según el mismo procedimiento, aunque modificando ligeramente los criterios de ponderación, conforme se explicó en el Capítulo II. El nivel de significación de las acciones se refleja en la **Tabla 3.8**. En este caso, una acción de las que se realizan actualmente durante la fase de operación del proyecto, resulta *Significativa* cuando el valor total en la evaluación es mayor o igual a 5 puntos, siendo las restantes consideradas como *Poco Significativas*. Por tanto, las acciones *Significativas* de esta fase de operación son:

- Mantenimiento de áreas, instalaciones y equipos de apoyo
- Limpieza de tanques sedimentadores
- Evacuación de lodos en el proceso de captación y pre tratamiento
- Evacuación de lodos en el proceso de tratamiento final en planta
- Conducción del agua hasta la planta de tratamiento

- Construcción de obras de protección de taludes
- Mantenimiento de vías de acceso

Tabla 3.8: Evaluación de la significación de las acciones del proyecto en su fase de operación.

Acciones	Indicadores de evaluación			
	Previsión de operaciones	Gravedad	Medidas	Total
Mantenimiento de áreas, instalaciones y equipos de apoyo	2	1	2	5
Limpieza de tanques sedimentadores	2	1	2	5
Rotación de substrato en los filtros de pre tratamiento	1	1	2	4
Evacuación de lodos en el proceso de captación y pre tratamiento	2	2	3	7
Evacuación de lodos en el proceso de tratamiento final en planta	3	3	3	9
Tratamiento químico del agua	1	0	1	2
Manejo de residuales sólidos peligrosos	1	0	1	2
Accionamiento de generadores eléctricos	1	2	1	4
Conducción del agua hasta la planta de tratamiento	2	2	2	6
Monitoreo del agua tratada	2	0	1	3
Construcción de obras de protección de taludes	3	2	2	7
Mantenimiento de vías de acceso	3	2	3	8

Fuente: Elaborada por el autor

También aquí se determinó la importancia de los impactos ambientales generados por tales acciones Significativas, usando la misma fórmula del caso anterior (**Tabla 3.9 anexa**). Como resultado, se obtuvieron valores notables de importancia para algunos impactos positivos derivados del funcionamiento del proyecto, como son:

- Revalorización de terrenos
- Generación de empleo y renta en estaciones y en el mantenimiento de vías de acceso
- Protección de la infraestructura (taludes)

Paralelamente, los impactos negativos actuales más importantes y que mayor prioridad demandan para la Junta de Recurso Hidráulicos del cantón, son los siguientes:

- Proliferación de malezas y vectores dentro del área perimetral de Caza Lagarto, debido a que no está previsto personal alguno para esas

operaciones en la instalación, quedando a voluntad de los operarios y personal de guardia (**Figura 3.7**).

- Sobreconsumo de electricidad por causa de haber creado una infraestructura más amplia que lo que se necesitaba, quedando hoy subutilizada y en deterioro (lo que a su vez genera mayores gastos de mantenimiento)
- Erosión por mal diseño del sistema de evacuación de los lodos derivados del tratamiento del agua en San Manuel, que son vertidos en una quebrada próxima, sobre pendientes muy inclinadas.
- Formación de micro relieve erosivo en la quebrada (que se ha profundizado varios metros),
- Contaminación y azolve del estero receptor de los lodos procedentes de la quebrada
- Incremento de costos por subutilización de la infraestructura creada
- Erosión hídrica intensa en la Planta de San Manuel, por las obras de protección de taludes que se ejecutan actualmente
- Protección de la infraestructura (taludes).

Después de evaluada la importancia de los impactos, se resumió la afectación general de los distintos factores ambientales, usando igualmente la matriz de Leopold (**Tabla 3.10**).

Impactos positivos registrados:

Como se aprecia en la Tabla, el factor ambiental que más está siendo impactado positivamente por las obras en su actual fase de operaciones es la infraestructura, ya que se están acometiendo obras de protección de taludes en los diferentes niveles topográficos que ocupa la actual planta de San Manuel, evitando con ello el riesgo de erosión en las vertientes y sus consecuencias futuras para las instalaciones. Además, la creación de jardines ofrece un impacto visual favorable, a pesar de estar constituidos por plantas introducidas (**Figura 3.8**).

Es obvio que la calidad del agua de consumo resultó muy beneficiada con la nueva planta, pues su moderna tecnología instalada, supera el nivel de tratamiento que ofrecía la planta de Guarumo (Poza Honda), desde donde se obtenía el agua para Jipijapa anteriormente (los análisis históricos de calidad del agua realizados en el laboratorio de la planta desde Noviembre de 2005 hasta la actualidad, demuestran que las mismas cumplen los parámetros establecidos en las Normas INEN 1108).

También resulta positivo el impacto sobre la microeconomía local, expresado en el nivel de vida a través del salario que reciben los operarios de las instalaciones del sistema y los guardianes de seguridad (todos residentes en los caseríos intermedios o en las ciudades existentes en los extremos del sistema (Santa Ana y Jipijapa).

Tabla 3.10: Matriz resumen de impactos ambientales del proyecto en la fase de operación.

	Acciones del proyecto							
Factores Ambientales								
Calidad del aire								0
Procesos morfodinámicos				-59				-59
Calidad del suelo				-51		-41		-92
Calidad del agua	-25		-34	-59				-118
Cubierta Vegetal								0
Fauna.								0
Ecología		-33						-33
Paisaje			-26			-21		-47
Infraestructura	-31					+60	+47	+107
Economía	-36				-38		-31	-105
Nivel de vida					+46		+34	+80

Calidad de vida	-35							-35
------------------------	------------	--	--	--	--	--	--	------------

Fuente: Elaborada por el autor

Impactos negativos:

Sin embargo, existen otros factores que demandan una atención rápida y eficaz de las autoridades que administran el sistema (o sea, la Junta de Recursos Hidráulicos). El primero de ellos es la calidad del agua superficial y subterránea en las inmediaciones de las instalaciones, al estarse externalizando los impactos generados por el sistema en su actual fase de operaciones, lo que se evidencia en los hechos siguientes:

- Durante las operaciones de los equipos electro generadores que funcionan a diesel, se esta produciendo contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por el derrame de hidrocarburos que ocurre durante la provisión de suministros a los depósitos de combustibles (esto es común en las estaciones de bombeo situadas a lo largo de la conductora, y se debe a la falta de implementación de medidas básicas de seguridad y control de los derrames).

Pero el impacto mayor sobre la calidad de esas aguas se produce durante la evacuación de los lodos, tanto en el proceso de pre tratamiento en Caza Lagarto, como en el de tratamiento final en la planta de San Manuel. En el primer caso, la laguna de decantación no funciona, por lo que los lodos concentrados se vierten directamente al río Portoviejo, acentuando sus niveles de turbidez y contenido de materia orgánica.

En el segundo caso, los lodos procedentes del tratamiento final en la planta se vierten a una quebrada próxima a la instalación, donde generan el mismo efecto sobre la calidad del agua del estero receptor final (que además es tributario del río Jipijapa, que atraviesa la ciudad del mismo nombre).

Paralelamente, las obras de construcción de taludes movilizan grandes volúmenes de sedimentos que son fácilmente arrastrados a las partes mas bajas topográficamente, contribuyendo al mismo efecto sobre las aguas del estero citado.

Esto tiene gran relación con la calidad del suelo, que se deteriora por la fuerte erosión en el lugar, y también a lo largo de la vía interna de acceso a las estaciones de bombeo, entre otros lugares puntuales.

Otro factor ambiental es la economía empresarial de la Junta, pues se están erogando recursos financieros, materiales y humanos para mantener determinadas estructuras sin utilización alguna actualmente, como es el caso de la casa de oficinas construida en Caza Lagarto.

Además, en la casa de los guardias ubicada en el mismo lugar, se realiza un uso inapropiado de sus instalaciones ya que los empleados (tanto guardias como operarios), utilizan anárquicamente todos los espacios disponibles para colocar utensilios, ropas otros objetos, ofreciendo una imagen negativa al visitante, además de consumir electricidad innecesariamente. Algo similar ocurre en las casas existentes en todas las estaciones de bombeo distribuidas a lo largo de la conductora desde Caza Lagarto hasta San Manuel.

Los procesos morfodinámicos locales también se afectan sustancialmente en el área de la planta de tratamiento, pues además de haberse nivelado la superficie para construir la obra (en la vertiente de una colina de pendientes muy inclinadas), se están vertiendo los lodos derivados del tratamiento en una quebrada que se hace cada día más profunda, desestabilizando toda la vertiente donde se ubica y trasladando sus efectos al estero receptor que se halla aguas abajo.

Por otra parte, los efectos sobre el paisaje actualmente son negativos en las instalaciones de Caza Lagarto, pues aunque los jardines de plantas exóticas se hallan bien atendidos, tanto el área perimetral posterior como la laguna de decantación se hallan abandonados por falta de personal encargado de limpiar las malezas y la propia laguna, creando un impacto visual negativo y fomentando el desarrollo de vectores de enfermedades, con riesgo directo para los empleados.

En la planta de San Manuel, ese impacto visual negativo es transitorio pues obedece a las obras actuales de protección de taludes y existe una proyección clara de jardinería (aunque también con especies introducidas, por lo que se deberá corregir el diseño para fomentar las plantas autóctonas que le ofrecen una mejor imagen a la instalación y son compatibles con el entorno ecológico del lugar.

Todo lo anteriormente expuesto explica por qué aparecen también afectados la Ecología y la calidad de vida de las personas que habitan en los caseríos

ubicados a lo largo de todo el sistema de captación, conducción y tratamiento de aguas para consumo entre Caza Lagarto y San Manuel.

3.5- Propuesta de medidas de mitigación de impactos ambientales derivados del proyecto.

El objetivo es identificar y describir las medidas de mitigación y compensación que permitirán: prevenir, atenuar e incluso suprimir los impactos negativos causados por el desarrollo del proyecto.

Se debe asumir el compromiso de promover el monitoreo y el control de las actividades identificadas y descritas como potenciales generadores de impactos negativos.

Medidas para la captación y planta de tratamiento físico en Caza Lagartos

a)-Promover un Plan de Manejo Integrado para la cuenca del río Portoviejo donde se priorice la regulación de su uso agropecuario aguas arriba de la toma, así como la rehabilitación del bosque con especies nativas. También sería necesario regular el uso del río como fuente de abastecimiento humano.

b)-Diseñar y ejecutar el drenaje de los vertidos, producto del retrolavado de los filtros de grava (filtros rápidos), para que descarguen aguas abajo de la toma de captación.

c)-Limpiar y desinfectar la grava de los filtros en los lechos filtrantes, al menos dos veces al año.

d)-Mantener una limpieza diaria de las rejillas de entrada en la captación, para evitar taponamientos y afectaciones de la estructura por el arrastre de palizadas, desechos, e incluso animales muertos durante la estación invernal (cuando el aumento violento del cauce aguas arriba de la captación, provoca este fenómeno)

e)-Establecer un ciclo quincenal de limpieza de las paredes y piso del tanque sedimentador, con el fin de extraer el material (lodo) depositado en el canal recolector inferior. Su frecuencia debe ser: quincenal en verano, y cada siete días en invierno.

f)-Después de cada invierno se debe efectuar un desazolve al río a lo largo de 100 metros, aguas arriba y aguas abajo, utilizando el sistema de relleno hidráulico, el mismo que se constituye de una barcaza anclado en varios puntos del río, equipado con un compresor y tuberías o mangueras que

succionan el material (arena y lodo), para luego ser desalojado en volquetes y depositado en quebradas cercanas previamente seleccionadas y así nivelar el suelo.

Línea de impulsión o acueducto

g)-Inspeccionar por lo menos cada tres días la línea de conducción para detectar y reparar de inmediato posibles fugas (tanto en la tubería, como en las válvulas de aire y de desagüe).

h)-Limpiar y desbrozar la línea de impulsión a dos metros del eje del tubo en ambos sentidos.

i)-Colocar señaléticas a lo largo de la línea.

Estaciones de bombeo

j)-Monitorear los equipos de las estaciones de bombeo, según las instrucciones que indican los catálogos e instructivos de los fabricantes (de bombas, motores, generador, válvulas, entre otros), llevando una bitácora diaria para prevenir cualquier daño.

k)-Llevar un registro de vibraciones o estabilidad en el funcionamiento de bombas y motores.

l)-Efectuar reporte de presiones de descarga y chequeo de prensa estopa en las válvulas.

m)-Mantener un ciclo de limpieza y revisión de los de los aparatos de calibración y medición en los tableros eléctricos.

n)-Regularizar la inspección visual del estado de los terminales de los tableros.

ñ)-Adquirir e instalar macromedidores a la entrada y salida de las estaciones de bombeo, incluida la planta de tratamiento.

Línea de transmisión eléctrica

o)-Efectuar la inspección visual diaria de todos los componentes de los transformadores, como aisladores, pararrayos, cuchillas y herrajes.

p)-Verificar semestralmente la conexión a tierra, prueba de aislamiento de los transformadores, la alta tensión y baja tensión.

q)-Revisión semestral y limpieza de aisladores, fusibles, y corta circuitos de los transformadores.

Planta de tratamiento

r)-Rediseñar el sistema de evacuación de los desechos derivados del retrolavado de los filtros en los módulos de la planta de tratamiento, utilizando

una tubería de al menos 500 mm de diámetro para conducirlos hacia el estero próximo (actualmente descargan a una quebrada situada a 40 metros de la planta, aproximadamente),

s)-Proteger de la erosión hídrica los taludes que circundan la vía de acceso al sistema de conducción, para evitar deslizamientos y darle estabilidad (estas protecciones deben ser preferiblemente de material vegetal con especies nativas, o combinadas con enchape de piedra con hormigón.

t)-Elaborar una estrategia para dar mayor valor de uso al laboratorio de análisis de agua, actualmente sub-utilizado, aprovechando la tecnología de punta que posee (como el Cromatógrafo HPLC, que sirve para determinar pesticidas, metales pesados o similares).

u)-Establecer un ciclo de capacitación para el personal del laboratorio

w)- Incrementar el personal del laboratorio para lograr un control mas sistemático de la calidad del agua (24 horas) en horarios rotativos, incluyendo sábados, domingos y días feriados.

x)-Establecer un sistema de pruebas del agua cruda en la captación, con el fin de determinar bacterias coliformes, turbidez, nitratos, fosfatos, demanda biológica de oxígeno.

y)-Como pruebas obligatorias es necesario comprobar, la temperatura, ph, oxígeno disuelto y muestreo de los macroinvertebrados.

z)-Luego que el agua potable sale de la planta, es indispensable realizar muestreos en diferentes puntos de la red, en la ciudad.

A1)-Optimizar el consumo de energía eléctrica en todo el sistema, estabilizando las potencias en cada una de las estaciones de bombeo.

Actividades del Plan de Monitoreo Ambiental

La Junta de Recursos Hidráulicos, deberá asignar un equipo de monitoreo en cada frente de trabajo, cuyo objetivo sería vigilar el cumplimiento del Plan de Monitoreo Ambiental. El coordinador de este equipo podrá detener la construcción u operación cuando se detecten actividades que amenacen la salud o el ambiente en forma grave o inminente.

El monitoreo ambiental se basará principalmente en información obtenida de los registros e informes de cada uno de los componentes o áreas de ejecución del proyecto en operaciones. Esta información será procesada y analizada en

forma mensual, trimestral o de acuerdo al período de acopio de información que se requiera.

Adicionalmente se complementará esta información con los informes de las visitas de campo que el equipo encargado del monitoreo realice.

Para ejecutar el monitoreo será necesario, al momento de implementar el proyecto, desarrollar un sistema informático que permita el procesamiento y análisis de datos.

BIBLIOGRAFIA

<http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/ESTUDIOAMBIENTAL-MODELO.pdf>

PROYECTO DE CODIGO ECUATORIANO PARA EL DISEÑO DE LA CONSTRUCCION DE OBRAS SANITARIAS

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ELIMINACION DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA URBANA

-H. CONGRESO NACIONAL (2004). Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Codificación 2004-017. Publicado en el Registro Oficial No. 418. 10 de septiembre del 2004

-Ahamdanech, I.; Alonso, C.; Bosque Sendra, J.; Malpica, J. A.; Martín-Loeches, M.; Pérez, E. y Temiño, J. (2003). *Un procedimiento para elaborar mapas de riesgos naturales aplicado a Honduras*. Publicado en Anales de Geografía de la Universidad Complutense, Madrid, nº 23, 2003, pp. 55-73)

-Aguirre Royuela, M. A. (2001). *Los sistemas de indicadores ambientales y su papel en la información e integración del medio ambiente*. Punto Focal Nacional de la Agencia Europea de Medio Ambiente. Subdirección General de Calidad Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente, España, 26 págs.

-Astorga Gättgens, A. (2006). *Estudio comparativo de los sistemas de Evaluación de Impacto Ambiental en Centroamérica*. Proyecto Evaluación de Impacto Ambiental en Centroamérica Una herramienta para el desarrollo sostenible. San José, C.R.: UICN. Oficina Regional para Mesoamérica, 2006. ISBN 9968-938-16-5

-Bárcena, A. (2000). *Principales desafíos ambientales en América Latina y el Caribe*. Seminario Internacional CENMA: "Experiencia Latinoamericana en manejo ambiental", Santiago, Chile 30-31 Marzo del 2000

-Bähr, J. & G. Mertins (1993). *"La ciudad en América Latina"*. Población y Sociedad, vol. 1: 5-14.

-Barrenechea Martel, A. (2009). *Coagulación en el tratamiento de aguas de consumo*. Obtenido en:

<http://cdam.minam.gob.pe:8080/cendoam/bitstream/123456789/109/5/CDAM0000012-5.pdf>

-Bosque Sendra, J., Díaz Castillo, C., Díaz Muñoz, M. A., Gómez Delgado, M., González Ferreiro, D., Rodríguez Espinosa, V. M., Salado García, M. J. (2004): *"Propuesta metodológica para caracterizar las áreas expuestas a riesgos tecnológicos mediante SIG. Aplicación en la Comunidad de Madrid"*, GeoFocus (Artículos), nº 4, p. 44-78. ISSN: 1578- 5157

-Bosque Sendra, J.; Ortega Sisqués, A. y Rodríguez, V. M. (2005). *Cartografía de riesgos naturales en América Central con datos obtenidos desde Internet*. Universidad de Alcalá de Henares. Doc. Anales. Geográficos. 45, 2005, 41-70

-Casas Vilardell, M. (2007). *La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Niveles de aplicación*. Maestría en Gestión Ambiental. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Maestría en Gestión Ambiental. Jipijapa, Ecuador.

-Canter, L. W. (1998). *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto*. II Edition. McGraw Hill - Interamericana de España S.A.U., Madrid.

-Carrillo, R. (2001). *Compendio de Políticas y Estrategias Ambientales Sectoriales en el Ministerio de Medio Ambiente*. PROYECTO DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL BIRF 3998-EC. Quito, Ecuador.

-Cerrón Palomino, M. (2000). *Guía metodológica para elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para proyectos de agua potable y alcantarillado en la ciudad de Lima*. Ponencia presentada en el XXVII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Lima

-CIEU (1998). *Evaluación de los Recursos de Agua del Ecuador* Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América (CIEU).. Obtenido en:
<http://www.sam.usace.army.mil/en/wra/Ecuador/Ecuador%20%20WRA%20Spanish.pdf>

-CONAP (2008). *Bancos de Medidas de Mitigación de Impacto Ambiental para distintos tipos de proyectos que se desarrollan dentro de los límites de las Áreas Protegidas, incluyendo su monitoreo*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) Guatemala, C. A., Noviembre de 2008

-Consejo Provincial de Manabí (2005). Informe N. 1 "*Línea Base de Manabí*" (Inédito). Gobierno de la provincia de Manabí, Septiembre de 2005, 123 págs.

-Conesa Fernández-Vítora, V. (1997). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Editorial Mundi-Prensa, Madrid. 3ª edición.

-CRARM, (1997). *Risk Assessment and Risk Management in Regulatory Decision-Making*. U.S.A, Presidential - Congressional Commission on Risk Assessment and Risk Management (CRARM). Final Report. Volume 2.

-Cutter, S. L., Mitchell, J. T y Scott, M. S. (2000): "*Revealing the vulnerability of people and places: a case study of Georgetown County, South Carolina*", *Annals of the Association of American Geographers*, 90, 4, pp. 713-737.

-Degrémont (2005). *Estação Compacta para Tratamento de Água "Cristal M"*. Degrémont Saneamento e Tratamento de Águas Ltda. Sao Paulo-SP, Brasil.

-Dematteis, G. (1998). "*Suburbanización y periurbanización. Ciudades anglosajonas y ciudades latinas*", Moclús, F. J. (ed.), *La ciudad dispersa*. Barcelona: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona, 17-33.

-Díaz Aguirre, S. (2009): *Evaluación de Impacto Ambiental. Procedimientos y métodos*. Maestría en Gestión Ambiental. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa.

-Dourojeanni, A. & Jouravlev, A. (2002). *Evolución de políticas hídricas en América Latina y el Caribe*. CEPAL (División de Recursos Naturales e Infraestructura), ISBN: 92-1-322111-8. Santiago de Chile.

-Dourojeanni, Axel. (2000): *Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable*. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponible en: http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/1/5541/lcl1413e_Cap5-7.pdf. Consultado 08-07-2009. 128p.

-Evans J.; Fernández, A.; Ize, I.; Yarto, M. A. & Zuk, M. (2003). *Introducción al análisis de riesgos ambientales*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México, 129 págs.

-Fernández, R. (2000). *Gestión Ambiental de Ciudades. Teoría crítica y aportes metodológicos*. 1a edición. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México D.F., México. ISBN 968-7913-12-6

-Friedmann C. (2000). *Análisis en torno a los requerimientos de investigación ambiental*. Actas del Seminario Internacional "Experiencia latinoamericana en manejo ambiental". CEPAL, Santiago de Chile, Marzo de 2000

-Gobierno de la República del Ecuador. *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2010*. Honorable Congreso Nacional, Quito, Ecuador.

-Gobierno Municipal de Portoviejo (2007). Diagnóstico Ambiental del cantón Portoviejo. Mesa de Ambiente. Provincia de Manabí.

-Glaría Galcerán, G. (2005): *La evaluación ambiental de los proyectos de ingeniería*. Memorias del II Congreso Internacional de Ing. Civil, Territorio y Medio Ambiente. España.

-INAMHI. Revistas Meteorológicas 1978 – 2001. Quito, Ecuador.

-INEC (2001). Anuario Estadístico. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. República del Ecuador. Quito.

-IPCC (2010). *Agreed Reference Material for the IPCC Fifth Assessment Report Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Obtenido en: www.ipcc.ch

-JRH (2005). *Proyecto de Agua Potable Caza Lagarto – Jipijapa. Obras de Captación, Conducción y Tratamiento*. Junta de Recursos Hidráulicos (JRH) de

los cantones de Jipijapa, Paján y Puerto López. Manabí, República del Ecuador.

-Jaula Botet, J.A. y Casas Vilardell, M. (2002). "*Cuba, Medio Ambiente y Desarrollo*" Curso Pre-evento de la III Convención Internacional de Educación Superior "Universidad 2002". La Habana, 4 de Febrero del año 2002

-Jaula Botet, J. A. (2006). *Medio ambiente, ideología y desarrollo sostenible en la nueva universidad*. En *5to Congreso Internacional de Educación Superior UNIVERSIDAD 2006* (pp. 81-95). La Habana, Cuba.

-Leff, E. (2010). *Imaginario Sociales y Sustentabilidad*. Conferencia Mundial de los Pueblos sobre el Cambio Climático y los Derechos de la Madre Tierra. Cochabamba, Bolivia, 20-22 de abril de 2010.

-Laín Huerta, L. (2000, Ed.): *Mitigación de desastres naturales en Centroamérica*. Madrid, ITGE y Ediciones AECI (Agencia Española de Cooperación Internacional).

-Mateo Rodríguez, J. (200). Geografía de los Paisajes. Facultad de Geografía, Universidad de la Habana (Inédito). La Habana.

-Ministerio del Ambiente (2004). *Ley de Gestión Ambiental*. Quito, Ecuador.

-López de Lucio, R. (1998). *La incipiente configuración de una región dispersa: el caso de la Comunidad Autónoma de Madrid (1960-1993)*", Monclús, F. J. (ed), *La ciudad dispersa*. Barcelona: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona, 169-196.

-Matus, P. (2000). *Desafíos de la investigación en materias ambientales*. Seminario Internacional CENMA: "Experiencia Latinoamericana en manejo ambiental", Santiago, Chile 30-31 Marzo del 2000.

-Monclús, F. J. (1998). "*Suburbanización y nuevas periferias. Perspectivas geográfico-urbanísticas*", Monclús, F. J. (ed.), *La ciudad dispersa*. Barcelona: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona, 5-15.

-Milbrath, L. (1996). *Learning to think environmentally. While there is still time*. State University of New York Press., Albany, 1996.

-Novo, M. (1995). El análisis de los problemas ambientales: modelos y metodología; Serie Monografías, UNED, Madrid, 66 págs

-Novillo de Chiriboga, Z. (2004). *Política Nacional de Agua y Saneamiento* Reunion del Comité Técnico Nacional de Control de la Calidad del Agua. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. Quito, Ecuador.

-Ortiz, V., J. y Aravena A., E. (2002): "*Migraciones intraurbanas y nuevas periferias en Santiago de Chile: Efectos en la sociogeografía de la ciudad*", GeoFocus (Artículos), nº 2, p. 49-60. ISSN: 1578-5157

-Ortiz, J. y Morales, S. (2002). *Impacto socioespacial de las migraciones intraurbanas en entidades de centro y de nuevas periferias del Gran Santiago*. EURE (Santiago), vol.28 no.85 Santiago de Chile. ISSN 0250-7161

-Peluso, F., Usunoff, E., Entraigas, I. (2003): "*Integración de parámetros socioeconómicos en estudios espaciales de riesgo sanitario mediante el uso de herramientas multicriterio*", GeoFocus: Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica (Artículos), nº 3, p. 186-198. ISSN: 1578-5157

-PDL (2001). Plan de Desarrollo Estratégico del Cantón Jipijapa. 2001-2012 (PDL). Gobierno Municipal del cantón Jipijapa. Provincia de Manabí, Ecuador.

-Rivera, M. V. (2010). *La función, el tratamiento y la contaminación del agua*.
Obtenido en: <http://imagenes.mailxmail.com/cursos/pdf/1/la-funcion-tratamiento-contaminacion-agua-6441.pdf>

-Sepúlveda, S. (2002): *Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible en espacios territoriales*. 47 págs.

-Sánchez Salazar, M. T. (2008): *Metodologías para el ordenamiento territorial*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. 28 págs.

-Singley, J. E. (2010). *Revisión de la teoría de la coagulación*. Dpto de Ingeniería Ambiental. Universidad de Florida, Gainesville, Florida, EEUU. En: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/scan/02554-coagulacion.pdf>

-Stern, N. (2006), *Stern Review on the Economics of Climate Change*. Obtenido en: www.sternreview.org.uk

-Sánchez, L. E. (2006). *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. São Paulo: Oficina de Textos.

-Santos, M. A. *natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo Hucitec, 1996, 308 pgs.

Referencias bibliográficas usadas por Ortiz y Morales (2002)

Adams, J. (1969). "Directional bias in intra-urban migration", *Economic Geography*, 45: 302-323.

Boal, F. W. (1976). "Ethnic residential segregation", Herbert, D. T. & R. J. Johnston (comps.), *Spatial processes and form*. New York: John Wiley and Sons, 41-79.

Brown, L. A. & J. Holmes (1971). "Search behaviour in an intra-urban migration context: a spatial perspective", *Environment and Planning*, 3: 307-326.

Clark, W. (2000). "Residential mobility in a constrained housing market: implications for ethnic populations in Germany", *Environment and Planning*, 32: 833-846.

Clark, W. & F. Dieleman (1996). *Households and housing. Choice and outcomes in the housing market*. New Jersey: Rutgers University, Center for Urban Policy Research.

CORDESAN (s/f). *Inscripción bolsa de demanda: 1992-2000*. Santiago: Programa de Repoblamiento, Comuna de Santiago.

Duncan, O. D. & B. Duncan (1955). "A methodological analysis of segregation indices", *American Sociological Review*, 20: 210-217.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE) (1992). Bases de datos comunales Región Metropolitana de Santiago, XVI Censo Nacional de Población y de Vivienda.

Leslie, G. L. & A. H. Richardson (1975). "El ciclo vital, el patrón profesional y la decisión de mudarse", Elizaga, J. & J. Macisco (eds.), *Migraciones Internas*. Centro Latinoamericano de Demografía, 347-364.

Nel. Lo, O. (1998). "Los confines de la ciudad sin confines. Estructura urbana y límites administrativos en la ciudad difusa", Moclús, F. J. (ed.), *La ciudad dispersa*. Barcelona: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona, 35-57.

Ortiz, J. & W. Inostroza (1997). "Distribución espacial del status ocupacional de la población en el Gran Santiago: un análisis de la diferenciación del espacio social", *Anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas*: 161-175.

Sabatini, F. (2000). "Reforma de los mercados de suelo en Santiago, Chile: efectos sobre los precios de la tierra y la segregación residencial", *Eure*, 26, 77: 49-80.

Sabatini, F., G. Cáceres y J. Cerda (2001). "Segregación residencial en las principales ciudades chilenas: tendencia de las tres últimas décadas y posibles cursos de acción", *Eure*, 27, 82: 21-42.

Simmons, J. W. (1975). "Changing residence in the city. A review of intra-urban mobility", Jones, E. (ed.), *Readings in social geography*. London: Oxford University Press.

Timms, D. (1976). *El mosaico urbano. Hacia una teoría de la diferenciación residencial*, Madrid: IEAL.

CONCLUSIONES GENERALES

La revisión bibliográfica efectuada para construir el marco teórico de la tesis, permitió corroborar la intensa dinámica que ha tenido el desarrollo urbano en América Latina y el Ecuador en particular durante los últimos tiempos, el cual ha estado acompañado de una irracional explotación de los recursos naturales y un insuficiente accionar de los gobiernos respecto al establecimiento de políticas públicas, provocando todo ello el agravamiento de la problemática ambiental, que generó la necesidad de perfeccionar la Gestión Ambiental urbana, aprovechando el actual fortalecimiento del marco jurídico e institucional en el país y la disponibilidad de instrumentos para la gestión ambiental.

En la provincia de Manabí, la gestión ambiental de los recursos hídricos es una realidad desde hace poco tiempo, que se apoya en mecanismos de descentralización como la Junta de Recursos Hidráulicos radicada en Jipijapa, encargada de la captación y tratamiento del agua de consumo mediante un proceso de coagulación-sedimentación-filtración. Sin embargo, no se ha logrado hasta el momento hacer un uso racional del agua, distribuirla equitativamente, y protegerla de la sobreexplotación, la contaminación y otros fenómenos derivados de la actividad humana.

El diagnóstico realizado sobre la problemática ambiental de la ciudad de Jipijapa, como área de influencia indirecta del proyecto estudiado, puso de manifiesto la existencia de dos zonas sensibles, cada una con sus factores de riesgo específicos: la parte central de la ciudad y las ciudadelas construidas en las colinas periféricas. Por otra parte, en el área de influencia directa del proyecto se destacan como zonas sensibles: la deforestada cuenca del río Portoviejo, fuente de abasto de la ciudad, y las instalaciones de Caza Lagarto, donde ocurre la captación y pre tratamiento del agua.

La construcción del sistema de captación, conducción y tratamiento de agua cruda para la ciudad de Jipijapa, contó con un régimen jurídico de sustento que incluye normas técnicas específicas; decretos y leyes para la protección de los bosques ubicados en la cuenca del río Portoviejo; la legislación relacionada con

el uso del agua, con destaque para la Ley de Prevención y Control de la Contaminación; el Texto Unificado de legislación Ambiental Secundaria del Ecuador y otros documentos.

El uso de indicadores permitió al autor determinar cuales de las acciones de intervención contempladas en el documento de proyecto durante su fase de construcción, resultaron realmente significativas por los impactos generados. La evaluación de la importancia de tales impactos, reveló que la pérdida de capacidad de autorregulación del ecosistema, la regulación del flujo del río Portoviejo, la creación de micro relieve local, el deterioro del paisaje y la sobreexplotación de recursos naturales, fueron los impactos negativos más importantes.

En la actual fase de operación del proyecto, los impactos positivos más importantes se relacionan con la revalorización de terrenos, generación de empleo y renta y construcción de obras para proteger la infraestructura, aunque también se evidencian diversos impactos negativos, como la proliferación de malezas y vectores y el sobreconsumo de recursos en Caza Lagarto y la erosión hídrica en la planta de tratamiento de San Manuel.

El estudio realizado evidenció la urgencia de que la Junta de Recursos Hidráulicos implemente un grupo de medidas de mitigación para corregir los impactos ambientales negativos identificados. Esas medidas son propuestas por el autor en la tesis, para cada parte del sistema de captación, conducción y tratamiento de que se trate: captación y pre tratamiento, línea de impulsión y estaciones de bombeo, línea de transmisión eléctrica y planta de tratamiento

R E C O M E N D A C I O N E S

1- Divulgar la propuesta de medidas de mitigación derivadas de la presente tesis, en el seno de la Junta de Recursos Hidráulicos y Obras Básicas para Jipijapa, Paján y Puerto López, para su posible aprobación y puesta en práctica.

2- Presentar a la municipalidad de Jipijapa los resultados obtenidos sobre el diagnóstico del área de influencia indirecta del proyecto, con vistas a su utilización como documento de referencia en los trabajos de Ordenamiento Territorial y actualización del Plan de Desarrollo Local.